

Mauritz Nikama

LVI-urakointiliikkeen tuotannonhallinnan kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

07.04.2017

Tekijä Otsikko	Mauritz Nikama LVI-urakointiliikkeen tuotannonhallinnan kehittäminen
Sivumäärä Aika	36 sivua + 7 liitettä 07.04.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tuotantopainotteinen
Ohjaajat	Lehtori Hanna Sulamäki Toimitusjohtaja Janne Ralli
<p>Insinööritöiden aihe syntyi toimeksiannon antaneen yrityksen johdon tahdosta kehittää työmaiden tuotannonhallintaa. Toimeksiannon ja insinööritöiden tavoitteena on kehittää yritykselle projektinhoidollisia toimintatapoja vakioiva ja niitä ohjaava tuotannonhallintasuunnitelma. Suunnitelman on tarkoitus tukea projektihenkilöstöä urakoiden onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi sekä vakioida yrityksen toimintaprosessit työmailla.</p> <p>Lopputyön lähdekirjallisuutena käytettiin laadun- ja tuotannonhallintaa käsittelevää kirjallisuutta sekä rakentamisen laatua Suomessa määritteleviä asiakirjoja. Kirjallisuuslähteet koostuvat sekä yritysmaailmaa yleisesti käsittelevistä teoksista että suoraan rakennushankkeiden tuotannonhallintaan kohdistetusta kirjallisuudesta. Suunnitelmaan kirjatut toimintatavat muodostuivat kirjallisuuslähteistä sekä yrityksen henkilöstön toimiviksi kokemista toimintatavoista. Näillä toimintatavoilla pyritään saavuttamaan urakkakohteen suunnitteluasiakirjoissa ja Suomen rakentamisen laatua määrittelevissä asiakirjoissa esitetyt laadulliset tavoitteet tuotannon lopputulokselle.</p> <p>Koska tuotannonhallintasuunnitelma on osa yrityksen johtamisjärjestelmää, ei sitä tässä työssä tulla sellaisenaan julkaisemaan. Tämän raportin ensimmäisessä osassa esitellään toimeksiannon antanut yritys ja kerrotaan tarkemmin työn tavoitteista. Toisessa osiossa tutustutaan laatua ja tuotannonhallintaa käsittelevään teoriaan. Raportin kolmannessa osassa esitellään tuotannonhallintasuunnitelman rakenne sekä huomioitavia asioita. Lopuksi pohditaan työn tavoitteiden täyttymistä ja tuotannonhallinnan jatkokehittämistä tulevaisuudessa.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi suunnitelma, jossa on esitetty toimintatavat ja huomioitavat asiat, jotka projektihenkilöstön tulee ottaa huomioon urakan johtamisessa. Suunnitelman avulla yritys saa vakioitua toimintaprosessit työmailla, riippumatta siitä kuka projektinhoidollisista tehtävistä vastaa. Suunnitelmaa varten tehtiin useita asiakirjaliitteitä, joista osa on lisätty tämän raportin liitteeksi. Näillä liitteillä varmistetaan oman toiminnan onnistumista, sekä selkeytetään viestintää rakennusprojektin sidosryhmille.</p>	
Avainsanat	tuotannonhallinta, laadunhallinta, johtaminen

Author Title	Mauritz Nikama The Development of production management in HVAC-contracting company
Number of Pages Date	36 pages + 7 appendices 7th April 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Orientation
Instructor	Hanna Sulamäki, Senior Lecturer Janne Ralli, CEO
<p>The goal of this final year project was to develop the processes of an HVAC contractor at construction sites. The aim was to create a management plan for the company to control and stabilize the project management practices. The management plan was meant, on one hand, to support the project personnel to achieve successful outcomes and, on the other hand, to standardize the company's operational processes at construction sites.</p> <p>In project, quality control and production management literature, and documents defining the quality of construction in Finland were used. The practices for the management plan were selected from the literature sources and from practices that the company's personnel have found to work. With these practices the company aims to achieve the qualitative goals of production.</p> <p>The result of this thesis is a management plan which presents the methods and relevant issues that project personnel must consider when leading a contract. With this plan the company can standardize its operational processes at construction sites regardless of who is in charge.</p>	
Keywords	management, quality control, leadership

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
1.1	Insinööriyön tausta	1
1.2	Raportin rakenne	2
2	Boctok Oy	2
2.1	Organisaatio	4
2.2	Toimeksiannon tavoitteet ja raja	5
3	Tuotannonhallinta	6
3.1	Ohjaus ja valvonta	6
3.2	Aikataulun suunnittelu ja resursointi	7
3.3	Hankintojen suunnittelu	8
3.3.1	Ilmastopolitiikan vaikutus hankintoihin	10
3.3.2	Muita hankintakustannuksien kasvuun vaikuttavia tekijöitä	11
3.4	Potentiaalisten ongelmien analyysi	12
4	Laatu ja laadunhallinta	14
4.1	Laadun määrittäminen rakennusalalla	14
4.1.1	Suomen rakentamismääräyskokoelma	15
4.1.2	RYL - Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset	16
4.1.3	RT-kortisto	16
4.1.4	Standardit ja valmistajien ohjeet	16
4.2	Laadunvarmistus	16
4.2.1	Laatujärjestelmä	17
4.2.2	Laatu- ja tehtäväsuunnitelmat	18
4.3	Laadun merkitys liiketoiminnalle	18
5	Tuotannonhallintasuunnitelma	19
5.1	Tuotannonhallinta lyhyesti	19
5.2	Yrityksen pääliiketoiminta	20
5.3	Suunnitelman rakenne	22
5.3.1	Työmaan perustaminen	23

5.3.2	Materiaalihankinnat	23
5.3.3	Riskihallinta	25
5.3.4	Valvontasuunnitelma	27
5.3.5	Aikataulun seuranta	28
5.3.6	Lisä- ja muutostöiden hallinta	28
5.3.7	Budjetin seuranta	30
5.3.8	Laskutus	30
5.3.9	Viimeistelyohjelma	31
6	Insinööriyön yhteenveto	31
6.1	Insinööriyön tavoitteiden täyttyminen	31
6.2	Laatuseminaari	32
7	Laadunhallinnan jatkokehittäminen yrityksessä	33
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Tarkastuspöytäkirja	
	Liite 2. Koepainepöytäkirja	
	Liite 3. Työvaiheilmoitus	
	Liite 4. Lisätyökirje	
	Liite 5. Materiaali- ja työkustannuserittely	
	Liite 6. Muutostyökoonti	
	Liite 7. Maksueräkuittaus	

Lyhenteet ja käsitteet

AU	Aliurakoitsija
IV	Ilmanvaihto
KL	Kaukolämpö
KVV	Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteisto
LITO	Liike- ja toimitila
aliurakoitsija	Urakoitsijan tilauksesta työtä suorittava toinen urakoitsija. (17)
lämmöntalteenotto	Lämmöntalteenotolla siirretään rakennuksesta poistuva lämpöenergia takaisin rakennuksen lämmitykseen.
nokkamies	Toimii työmaalla asennusporukan vetäjänä vastaten kommunikoinnista työnjohdon kanssa.
normitunti	Normitunnilla kuvataan LVI-työehtosopimuksessa asennusyksikköjen tuntimenekkejä.
Pääurakoitsija	Rakennuttajaan sopimussuhteessa oleva urakoitsija, joka kaupallisissa asiakirjoissa on nimetty pääurakoitsijaksi ja jolle sopimuksenmukaisessa laajuudessa kuuluvat työmaan johtovelvollisuudet. (17)
Sivu-urakoitsija	Rakennuttajaan sopimussuhteessa oleva, pääurakkaan kuulumatonta työtä suorittava urakoitsija. (17)

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä kehitettiin ja varmennettiin talotekniikka-alalla toimivan urakointiliikkeen tuotannon- ja laadunhallinnan toimivuutta työmailla. Työn tuloksena yritys sai itselleen uuden työmaakohtaisen tuotannonhallintasuunnitelman. Suunnitelmasta tehtiin malliesimerkki yhdestä yrityksen käynnissä olleista työmaista. Esimerkiksi valittiin kohde, joka vastasi luonteeltaan ja laajuudeltaan yrityksen päätoimialaan kuuluvia urakointikohteita. Tässä kirjallisessa raportissa kerrotaan onnistuneeseen tuotannonhallintaan vaikuttavat asiat ja toimenpiteet sekä esitellään yritykselle tehdyn suunnitelman rakennetta ja sisältöä. Suunnitelma tulee toimimaan osana yrityksen johtamisjärjestelmää, minkä vuoksi sitä ei tässä työssä sellaisenaan julkaista. Vaikka raportissa esitetyt asiat koskevat projektityöskentelyä laaja-alaisesti, kohdistetaan kirjoitus LVIS-urakointiliikkeen toimintaan.

1.1 Insinööriyön tausta

Urakointiliikkeen liiketoiminnan jatkuvuuden voidaan katsoa kulminoituvan tuotannonhallintaan. Henkilöstöllä täytyy olla kyky hallita projektin onnistumisen kannalta olennaiset tehtävät. Projektien ammattitaitoinen hallinta on edellytys halutun laadun ja liikevoiton saavuttamiseksi. Rakennusprojekteissa on lähes aina ajanjakso, jolloin töitä tehdään useassa eri paikassa ja töihin varattu aika tuntuu umpeutuvan nopeammin kuin valmista saadaan aikaiseksi. Tiukentuneesta aikataulusta huolimatta projektihenkilöstön pitäisi pystyä varmistumaan käynnissä olevien töiden oikeanlaisuudesta ja tunnistaa alkavien töiden riskit. Näiden heikko hallinta johtaa nopeasti laiminlyönteihin työn suorituksessa ja valvonnassa, mikä aiheuttaa laadullisia puutteita lopputuotteessa. Korjauksiin kulutettava summa syö yrityksen työlle laskettua katetta, jolloin urakan kannattavuus heikkenee. Jatkuvat puutteet työn laadussa merkitsevät negatiivisen kassavirran lisäksi työtilauksien vähentymistä, mikä lopulta johtaa liiketoiminnan tyrehtymiseen. Jotta toiminta saadaan pysymään kannattavana, on yrityksen pyrittävä kehittämään henkilöstön osaamista ja suunniteltava toimivat työskentelytavat ammattitaidon tueksi. Tähän pyritään tällä insinööriyöllä ja tuotannonhallintasuunnitelmalla.

Tämän raportin kirjoitushetkellä Suomessa käynnissä oleva rakennusalan noususuhdanne on piristänyt rakennusmarkkinoita ja rohkaissut investointipäätöksiin, jonka johdosta rakennusosalalla liiketoimintaa harjoittavien yritysten tilauskanta ja tarjouskyselyt ovat kasvaneet merkittävästi. Yritykset pyrkivät käyttämään yhä suurempia resursseja vastatakseen piristyneeseen tilanteeseen alalla. Ilman vakioituja toimintatapoja tämä voi johtaa perusasioilta tuntuvien toimintaprosessien heikkenemiseen. Insinööriyön toimeksiannon antaneessa yrityksessä tämä tilanne oli havaittu ja johto tahtoi, että tuotannon ja laadunhallinnasta tehdään kirjallinen suunnitelma. Yrityksen toiveena oli tuotannonhallintasuunnitelma, joka toimii työmailla projektihenkilöstön työkaluna onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi.

1.2 Raportin rakenne

Insinööriyön alussa esitellään toimeksiannon antaneen yrityksen liiketoiminta ja organisaatio sekä käsitellään tuotannonhallinta teoreettisena käsitteenä ja sen merkitys liiketoiminnalle. Lisäksi esitetään rakennusosalalla laatua määrittelevät instituutiot, joilla ohjataan rakentamisen toteutustapoja määräyksien ja ohjeiden muodossa. Teoriaosuuden jälkeen esitellään tehty suunnitelma sisältäen asiat ja toimintatavat, jotka yrityksen johto ja projektihenkilöstö tahtoivat osaksi tuotannonhallintasuunnitelmaa. Työn sisältö koostettiin tuotannonhallintaa käsittelevän kirjallisuuden ohjeista sekä henkilöstön hyväksi kokemista toimintatavoista. Suunnitelman rakenne ja asioiden esitystapa päätettiin yhteisesti yrityksen konttorilla pidetyissä kokouksissa. Tapaamiseen osallistuivat yrityksen johto ja projektihenkilöstö, käsittäen projektinhoitajat ja nokkamiehet. Raportin lopussa käsitellään työn tavoitteiden täyttyminen ja pohditaan, kuinka tuotannonhallintaa voidaan jatkossa kehittää.

2 Boctok Oy

Insinööriyö tehtiin Boctok Oy nimiselle LVIS-urakointiliikkeelle. Tässä osiossa esitellään yrityksen toimintaa ja organisaatorakennetta, jotta lukijalle hahmottuisi, minkälaiselle organisaatiolle insinööriyö tehtiin.

Yritys perustettiin vuonna 1992 nykyisen toimitusjohtajan Janne Rallin ja hänen isänsä toimesta. Ensimmäiset kymmenen vuotta yritys toimi Venäjällä Neuvostoliiton romahdettua. Vuodesta 2003 lähtien toimintaa on ollut ainoastaan Suomessa. Yrityksen päätoimialaa ovat suuret liike- ja toimitilakiinteistösaneeraukset. LITO-saneerauksien lisäksi tarjotaan ajoittain uudiskohteita, joista referenssejä on liike- ja toimitilakiinteistöjen lisäksi kertynyt myös asunto- ja varastorakentamisesta. Yrityksen referenssikohteet viimeiseltä neljältä vuodelta on esitetty kuvassa 1 (1.).



Kohde	Asennetut järjestelmät
Arkadiankatu 23	LVIS-työt
Eduskunta E-rakennus	IV-urakka 1
Inex Partners TYL Freeway	Pohjaviemärit vaiheet 4-5
Eduskunnan väistötila	LVI-työt
Inex Partners TYL Freeway	Putkityöt 3 vaihe
Inex Partners TYL Freeway	Pohjaviemärit 2 vaihe
Itämerentori 2	LVI-työt
Aalto Yo, U-osa	LVI-työt
TYL Freeway, Vaihe 1 A	LVI-työt
Bulevardi 22	LVI-työt
Arkadiankatu 4 – 6	LVI-työt
Unioninkatu 8	Sähkötyöt
Pojju Hanke	Sähkötyöt
Unioninkatu 24	LVI-työt
Bulevardin klinikka	LVI-työt
Inex Partners / Tyl Freeway	1 vaihe pohjaviemäri + Sprinkler runkoputki
Arkadiankatu 23	LVIS-työt
Seurakuntaopisto Järvenpää, Rakennus A	LVIS-työt
Aalto Yo, Nano-talo	LV-työt

Kuva 1. Boctok Oy, referenssit 2013–2017, tammikuu.

Suomeen siirtyessään yritys teki useita uudiskerrostalokohteita, mutta on katsonut itselle parhaaksi liiketoiminnaksi LITO-rakentamisen (2). Viimeisen kuuden vuoden aikana yritys ei ole operoinut asuntotuotannossa, vaan on keskittynyt täysin toimitilasaneerauksiin. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, ettei yritys toteuttaisi jatkossa urakoita asuntokohteissa. Suoritettavat urakat valikoituvat aina tilauskannan mukaisesti. Mikäli LITO-kohteita ei ole saatavilla, on yrityksellä täysi kyky operoida asunto- ja teollisuustuotannossa. Yritys on esimerkiksi suorittanut uutena aluevaltauksena mittavat LV-urakat TYL Freewayn HOK–Elannolle rakennettavassa logistiikkakeskuksessa. Kohteen työt aloitettiin kesällä 2013 ja viimeinen Boctok Oy:n työvaihe tullaan luovuttamaan keväällä 2017.

Boctok Oy:n työmaat ovat vaihtelevia, eikä yrityksellä ole jokaiselle sektorille omaa henkilöstöä kuten suurimmissa urakointiyrityksissä. Yrityksessä samat työntekijät työskentelevät uudisrakentamisessa ja saneerauksessa sekä tilauskannan mukaisesti LITO-, teollisuus- ja asuinrakennushankkeissa. Projektihenkilöstön siirtyessä yli kolme vuotta kestäneestä varastohankkeesta vuoden mittaiseen nopeatempoiseen toimitusaneeraukseen, on toimintaprosessien onnistumisen kannalta suositeltavaa, että yrityksen projektinhoidolliset toimintatavat ovat vakioituneet ja tehokkaasti toimivat. Prosessien toimivuus voidaan varmistaa projektihenkilöstölle luotavalla suunnitelmalla, josta voi tarkistaa projektinhoidon kannalta huomioitavat asiat. Vaikka suunnitelma tässä insinööriyössä tehtiinkin toimitilasaneerauskohteesta, pystyy suunnitelman rungosta muokkaamaan toimivan suunnitelman myös muun tyyppisiin rakennuskohteisiin.

2.1 Organisaatio

Yrityksessä työskentelee vakituisesti 21 henkilöä, joiden lisäksi käytetään toiminnan alkuajoista asti mukana kulkeneita aliurakoitsijoita. Kuvassa 2 on esitetty yrityksen organisaattiorakenne.



Kuva 2. Boctok Oy:n organisaattiorakenne.

Yrityksen hallinnosta vastaa toimitusjohtaja yhdessä tuotantojohtajan kanssa. Toimitusjohtajalla on yrityksen sähköpätevyydet, ja hän ohjaa yhtä yrityksessä työskentelevää sähköinsinööriä. LVI-puoli toimii tuotantojohtajan KVV, IV ja KL-pätevyyksillä, ja hän ohjeistaa IV- ja LV-projektipäälliköitä. Yrityksellä on IV- ja LV-asennuksissa 15 yrityksessä kirjoilla olevaa asentajaa. LV-puolella työskentelee lisäksi säännöllisesti 25 asentajaa,

joiden työpanos ostetaan pitkäaikaisilta aliurakoitsijoilta. Sähköpuolella asennuksista vastaavat pääsääntöisesti aliurakoitsijat.

Toimitusjohtaja ja tuotantojohtaja vastaavat yrityksen hallinnon lisäksi uusien töiden hankinnasta. Projektipäälliköiden vastuulle kuuluvat kaikki työmaahoidolliset tehtävät. Näitä tehtäviä ovat esimerkiksi asentajaresurssien käytön suunnittelu kussakin kohteessa, hankinnat, työn valvonta sekä työmailla järjestettäviin kokouksiin osallistuminen. Projektipäälliköt toimivat lisäksi apuna urakalaskennassa silloin, kun se projektinhoidollisten tehtävien osalta on mahdollista.

2.2 Toimeksiannon tavoitteet ja rajaus

Insinööriyön toimeksianto piti sisällään työmaakohtaisen tuotannonhallintasuunnitelman teon, jolla korvataan yrityksessä aikaisemmin käytössä ollut kevyempirakenteinen laatusuunnitelma. Tarkoituksena ei ollut tehdä työstä byrokraattisesti raskasta, vaan vakiodia yrityksen työmaahoidolliset toimintatavat jättäen kuitenkin henkilöstölle mahdollisuuden omaan työskentelytapaan. Suunnitelman tavoitteena oli vakiodia toimintatavat projektinhoidossa, jolloin työmaanjohtovelvollisuuksien hoitaminen toteutetaan yhtenäisellä tavalla kaikilla yrityksen työmailla riippumatta henkilöstä, joka työmaan johdosta vastaa. Suunnitelmasta tahdottiin lisäksi selkeä ja kattava, jotta se helpottaisi uuden projektihenkilöstön perehdyttämistä yrityksen toimintatapoihin.

Jotta suunnitelmaan saatiin kirjattua tarkasti asiat, joita projektinjohtamisessa on otettava huomioon, käytettiin työssä apuna kirjallisuuslähteitä ja haastateltiin yrityksessä useita vuosia työskennelleitä projektinhoitajia. Kirjallisuuslähteet koostuivat projektiliiketoimintaa ja rakennushankkeen toteutusta käsittelevistä teoksista sekä rakentamisen laatua ohjaavista määräyksistä ja ohjeista. Suunnitelman valmistuttua projektihenkilöstö, työmaiden nokkamiehet sekä aliurakoitsijoiden edustajat kutsuttiin yrityksen toimistolle seminaarilaisuuteen. Tilaisuudessa esiteltiin suunnitelman rakenne ja asiat, joihin tahdottiin kiinnittää erityisesti huomiota. Yrityksen johdolle oli tärkeää, että aliurakoitsijat ja oma henkilöstö saadaan sitoutettua toimimaan suunnitelman mukaisesti.

Yritys tahtoi, että suunnitelman toiminnasta ja sisällöstä tehdään esimerkki yhdelle yrityksen käynnissä olleelle toimitilasaneeraukselle. Tarkoituksena oli, että insinööriyönä tehdyn esimerkkisuunnitelman avulla saadaan helpotettua yrityksen projektihenkilöstön

siirtymistä uuden suunnitelman käyttöön. Esimerkin avulla saatiin esitettyä toimintatavat ja työmaakohtaiset asiat. Suunnitelman rakenne sekä usein työmaakohtaista muok-
kausta vaativat asiat esitetään tässä raportissa luvussa 5.3.

3 Tuotannonhallinta

Tuotannonhallinnan tehtävänä on varmistaa, että sovittu työ tulee toteutetuksi sopimuk-
sen mukaisesti, mikä tarkoittaa ajallisten, taloudellisten ja laadullisten vaatimuksien täyt-
tymistä. Tämä vaatii tuotannonhallinnasta vastaavaa henkilöä suunnittelemaan keinot,
joilla käytettävissä olevilla resursseilla, koneilla ja materiaaleilla päästään työn tilaajan
asettamiin tavoitteisiin, sekä saadaan omalle työlle laskettu kate. Rakentamisessa ja
muissa toimintaympäristöissä, joissa toteutus muuttuu usein alkuperäisestä suunnitel-
masta, vaaditaan projektinhoitajalta edellisten lisäksi potentiaalisten ongelmien tunnista-
mista ja kykyä palauttaa tuotanto takaisin suunnitelman mukaiseksi. (3, s. 7.)

3.1 Ohjaus ja valvonta

Projektisuorituksen onnistuminen asetettujen resurssien puitteissa vaatii tarvittavan
määrän ohjausta ja valvontaa. Valvonta on jatkuvaa toimintaa, ja sen tarkoitus on var-
mistaa tuotannon suunnitelmien mukaisuus ja ohjauksen onnistuminen. Valvontaan kuu-
luu tiedon hankkiminen toteutuneesta tuotannosta ja sen kirjaus pöytäkirjaan sekä kei-
nojen suunnitteleminen ohjaustoimenpiteitä varten. Valvonnalla pyritään varmistumaan
ohjauksen onnistumisesta. Kaikki asiat, joihin projektissa voidaan vaikuttaa, ovat valvon-
taa vaativia asioita. (3, s. 7.)

Ohjaus voi olla luonteeltaan ennakoivaa tai korjaavaa, riippuen siitä aloitetaanko uusi
työvaihe vai korjataanko edellisen työn ohjauksen ja valvonnan epäonnistumista. Oh-
jauksen tarkoitus on ensisijaisesti pyrkiä estämään poikkeamien synty, mutta virheen tai
muutoksen ilmetessä korjaavalla ohjauksella palautetaan tuotanto suunnitelmien mu-
kaiseksi. Jotta ennakoivassa ohjauksessa voidaan onnistua, on toiminnan ongelmat ja
häiriöt sekä niiden seuraukset selvitettävä systemaattisesti jo etukäteen. Heti projektin
alussa pyritään selvittämään kaikki ennakoitavissa olevat riskit ja ongelmakohdat, jotta
ohjaustoimenpiteillä voidaan estää ongelman syntyminen täysin tai lieventää sen aiheut-

tamia seuraamuksia. Koska hyvätkään suunnitelmat eivät takaa rakennushankkeen mutkatonta läpivientiä, täytyy tuotannon poikkeamiin puuttua mahdollisimman nopeasti korjaavalla ohjauksella. Poikkeaman välitön tunnistaminen vaatii jatkuvaa valvontatiedon keräämistä. (3, s. 7-9.)

Ohjauksen ja valvonnan määrän tarpeellisuus riippuu paljon projektin luonteesta. Kerrostalon WC-istuimien vaihto ei välttämättä vaadi yhtä intensiivistä valvontaa kuin 1900-luvun alkupuolella rakennettu toimistotalo, johon peruskorjauksen yhteydessä asennetaan nykyaikaiset lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät. Valvonnan ja ohjauksen tarpeellisuus korostuu uudessa toimintaympäristössä työskennellessä sekä silloin kun työskennellään uusien, itselle entuudestaan tuntemattomien henkilöiden ja asioiden kanssa.

3.2 Aikataulun suunnittelu ja resursointi

Boctok Oy:ssä LVIS-urakat suoritetaan aina ali- tai sivu-urakkana, jolloin vastuu aikataulun muodostamisesta kuuluu pääurakoitsijalle. Urakoitsijan vastuulla on kuitenkin tarkistaa aikataulun paikkansapitävyys. On selvittävää, onko työn tekeminen mahdollista aikatauluun kirjatussa ajassa ja järkevällä työntekijä määrällä. Järkevällä tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi ahtaassa lämmönjakohuoneessa työhön kuluvien päivien määrää ei voida vähentää lisäämällä asentajavahvuutta, koska tilan puute ei mahdollista useamman henkilön yhtäaikaista työskentelyä. Aikataulun asianmukaisuuden lisäksi projektin hoitaja resursoi tarvittavan asentajamäärän kuhunkin työvaiheeseen. Työhön vaadittava tuntimäärä tarkastetaan LVI-alan työehtosopimuksesta, jossa on luetteloitu kuhunkin asennukseen kuluva normituntimäärä yhtä asennusyksikköä kohti sekä normitunnin lukumäärään vaikuttavat korjauskertoimet. Korjauskertoimet ovat yleensä normituntimäärää korottavia haittakertoimia, jotka muodostuvat, kun työn suoritus katsotaan vaikeutuvan esimerkiksi rakennuskohteen haastavuuden, korkealla työskentelyn tai ahtaan tilan vuoksi. Jos työ on suoritettavissa sarjatyönä ilman työkohteessa tapahtuvaa erillistä mitausta, madalletaan normitunninmäärää 25 %. Taulukossa 1 on esitetty esimerkkilaskelma työsuoritukseen kuluva ajasta. (4.)

Taulukko 1. LVI-työehtosopimuksen mukainen normitunti esimerkkilaskelma. (4.)

Materiaali	määrä	yks.	NH/yks	Haittak.	As.aika
Kupariputki juottamalla 54mm	50	m	0,5	1,5515	38,788
Kupariputki juottamalla 42mm	100	m	0,5	1,5515	77,575
Valurautaviemäri 100	35	m	0,45	1,5515	24,436
RST hitsattava DN125	45	m	0,9	1,7067	69,119
YHTEENSÄ					209,92

Taulukossa 1 esitetyt asennukset suoritetaan saneerattavan toimistorakennuksen sisätiloihin. Haittakerroin putkiasennuksille muodostuu yleisestä haittalisästä, joka on 16 % toimistorakennukselle sekä 7 % saneerauslisästä, kun rakennus on poistettu käytöstä. Taulukon esimerkissä on lisäksi kuviteltu, että asennukset suoritetaan yli viiden metrin korkeudessa lattiasta, jolloin normituntia korotetaan vielä 25 %. Hitsattavaa RST-putkea asennettaessa haittakerrointa kasvatetaan vielä 10 %. (4.)

Aikataulun muodostanut taho on saattanut asettaa taulukossa esitettyjen putkien asennuksen olevan valmis kahdessa viikossa asennusten aloituksesta. Kun asentajan työpäivän pituutena käytetään kahdeksaa tuntia, saadaan kahden viikon tarpeeksi 2,63 asentajaa, eli kaksi miestä voisi työskennellä täydet 80 tuntia ja yksi asentaja 50 tuntia. LVI-alalla on kuitenkin yleistä, että työt suoritetaan urakkaluonteisesti. Esimerkiksi tässä tapauksessa kahden asentajan kanssa sovittaisiin työn valmistumisesta kahden viikon aikamääreeseen mennessä, jolloin molemmat ansaitsisivat 105 tuntia. Tällä hetkellä normitunnin hinta on 16,13 euroa. 28.02.2017 työehtosopimukseen tehdään mahdollisesti muutoksia (4.)

3.3 Hankintojen suunnittelu

Talotekniikkaurakoinnissa tehtävän työn hinta koostuu työ-, kuljetus- ja materiaalikustannuksista. Materiaali- ja kuljetuskustannuksien osuus kokonaishinnasta on monesti suurempi kuin työkustannukset, jolloin hankkeeseen ryhdyttäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota hankintojen suunnitteluun. Tekniikan kehittyminen ja sen lisääntynyt käyttö rakentamisessa vaatii hankinnoista vastaavalta hyvää teknistä osaamista, jotta työmaalle saapuvat tuotteet ovat suunnitelmien mukaiset ja sisältävät kaikki asentamiseen ja hankintavastuisiin kuuluvat materiaalit. Hankinnoissa epäonnistuminen johtaa

nopeasti työvaiheiden myöhästymiseen. Jotta materiaalien saapumisesta työmaalle oikeaan aikaan, oikeaan paikkaan ja oikeansisältöisinä voidaan varmistua, tehdään työmaan hankinnoista hankintasuunnitelma. Tällä pyritään varmistamaan yleisaikataulun toteutuminen omien hankintojen osalta. (3, s. 91-92.) Kuvassa 3 on esitetty esimerkki insinöörityötä varten tehdystä LV-urakan hankintasuunnitelmasta.

Tuoteryhmä	Vastuu	Tarve	Tilattu	Tilaus pvm.	Toteutunut	Budjetoitu	Erotus	Erotus %	Toimitusaika	Toimitussijainti	Huomioitavaa	Toimittaja
02 Viemäriputket ja yhteen	MN					181 438,11	181 438,11	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
04 Hitsatut putket hiiliterästä, puritus sinkitty	MN					122 803,29	122 803,29	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
05 Putkiyhteet, hiiliterästä/Laipat	MN					5 598,77	5 598,77	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
07 kiertelitetyt putkenosat, mustat	MN					3 364,58	3 364,58	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
11 Putket ja yhteen, rst, hitsatut	MN					45 879,56	45 879,56	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
14, Pajetasaimet ja äänenvaimentimet	MN					1 949,40	1 949,40	0,0	3-5 pv.	KTS. Yleisaikataulu		Dahl
15, Putket ja yhteen, kuparia	MN					283 911,86	283 911,86	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
20, Taipulat muoviputket sekä osat	MN					29 290,11	29 290,11	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
22, Maaviemäriputket ja yhteen PP ja PVC	MN					6 616,81	6 616,81	0,0	1-2 pv.	KTS. Yleisaikataulu		Meltex
23, Kiinteistöviemäriputket ja yhteen PVC	MN					1 816,18	1 816,18	0,0	1-2 pv.	KTS. Yleisaikataulu		Meltex
24, Kiinteistöviemäriputket ja yhteen PP	MN					8 625,47	8 625,47	0,0	1-2 pv.	KTS. Yleisaikataulu		Meltex
29, Palokaluasteet ja kastelutarvikkeet	MN				0	10 870,21	10 870,21	0,0	3-5 pv.	KTS. Yleisaikataulu		Dahl
32, Kiinnitys-, tiivistys- ja merkkemistarvikkeet	MN					99 990,13	99 990,13	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
33, Lattia- ja kattokaivot sekä kaivonkansistot	MN				0	33 869,05	33 869,05	0,0	3-5 pv.	Kun läpiviennit tehty		Dahl
34, säiliöt	MN				0	10 171,87	10 171,87	0,0	3-5 pv.	KTS. Yleisaikataulu		Dahl
37, palloventtiilit	MN				0	38 060,93	38 060,93	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
39, lianerottimet, takaiskuventtiilit, yksisuunta-venttiilit	MN				0	4 446,47	4 446,47	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
40, säätö-, patteri-, läppä- ja kalvoventtiilit	MN				0	141 090,66	141 090,66	0,0	1-2 pv.	Jatkuva, patteriventtiilit patterikuormas		Dahl
41, magneetti-, paineenalennusventtiilit, Ilmanostimet	MN				0	9 031,12	9 031,12	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
44, vesimittarit ja laskurit sekä mittarin liittimet	MN				0	22 614,04	22 614,04	0,0	3-5 pv.	Jatkuva		Dahl
45, lämpö-, ja painemittarit	MN				0	21 111,22	21 111,22	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
49, muut pumput, pumppaamot ja paineenkorotusasemat	MN				0	67 415,91	67 415,91	0,0	3 vko.	KTS. Yleisaikataulu	Varkaudet?	Dahl
53, kaukolämmön alajakokeskukset, lämmönsiirtimet	MN				0	118 869,70	118 869,70	0,0	3 vko.	KTS. Yleisaikataulu	Nostot ja haalaus	GST
54, lämmittimet ja lämmityspatterit	MN				0	117 476,92	117 476,92	0,0	6-8 pv.	KTS. Yleisaikataulu		Dahl
56, saniteettipöytälini, pa-kannakkeet	MN				0	14 074,72	14 074,72	0,0	3-5 pv.	KTS. Yleisaikataulu	Varkaudet?	Dahl
59, pesupöydät ja altaat, varusteet	MN				0	12 236,91	12 236,91	0,0	3-5 pv.	KTS. Yleisaikataulu	Varkaudet?	Dahl
61, pesuallashanat	MN				0	24 266,74	24 266,74	0,0	3-5 pv.	KTS. Yleisaikataulu	Varkaudet?	Dahl
62, keittiöhanat	MN				0	9 081,86	9 081,86	0,0	3-5 pv.	KTS. Yleisaikataulu	Varkaudet?	Dahl
63, suihkuhanat, ammehanat	MN				0	11 261,75	11 261,75	0,0	3-5 pv.	KTS. Yleisaikataulu	Varkaudet?	Dahl
64, erikoishanat	MN				0	5 624,80	5 624,80	0,0	3-5 pv.	KTS. Yleisaikataulu	Varkaudet?	Dahl
65, hana- ja allasvarusteet	MN				0	10 376,88	10 376,88	0,0	1-3 pv.	KTS. Yleisaikataulu	Varkaudet?	Dahl
99, tarvikkeet	MN					2 115,75	2 115,75	0,0	1-2 pv.	Jatkuva		Dahl
YHTEENSÄ					0	1 475 350,79	1 475 350,79					

Kuva 3. Esimerkki LV-urakan hankintasuunnitelmasta.

Hankintasuunnitelman lähtötietoina toimivat urakkasopimusasiakirjat, aikataulut, hankkeen laadulliset vaatimukset sekä tarjouslaskennan määrittämät tuoteryhmäkohtaiset materiaalikustannukset. Näiden avulla saadaan muodostettua suunnitelma, jossa kohteeseen lasketuille materiaaleille asetetaan budjetti ja yleisaikataulun mukainen toimitusajankohta. Toimitusaika ja toimituksen saapuminen työmaalle on tärkeää suunnitella kriittisille hankinnoille, joita ovat kalliit ja pitkällä toimitusajalla olevat tuotteet. Tällaisia tuotteita LV-urakassa ovat esimerkiksi lämmönjakokeskus, pumpput, lämmitys- ja jäähdytyslaitteet, erikoiskaivot, sekä tietyt kalusteet. Putket, osat, venttiilit ja kannakkeet ovat niin sanottua bulkkikamaa, jota saadaan työmaalle yleensä vuorokauden sisällä tilauksesta. Nämä hankinnat toteutetaan usein asentajien huomauttaessa tuotteen tarpeesta.

Kaikille hankinnoille on määritettävä vastaava henkilö, jonka tehtävänä on perehtyä hankinnan laadullisiin ja toiminnallisiin vaatimuksiin, sekä varmistaa toimitusajankohdan toteutuminen. Hankinnoista vastaava ylläpitää ja muokkaa luetteloa läpi urakan, mikäli työaikaisia muutoksia ilmenee. Ylläpito helpottaa urakan seurantaa ja urakan taloudellista loppuselvitystä. Hankintasuunnitelmassa huomioidaan myös hankinnalle tyypilliset riskit ja ongelmatilanteet. Suurien ja painavien koneiden sekä laitteiden siirrot vaativat suunnittelua työmaalla, jotta tuote saadaan turvallisesti ja ehjänä asennuspaikalle. Logistiikan suunnittelussa hankinnasta vastaavan on huomioitava kuljetustapa, mahdollinen varastointi työmaalla, työmaalla tapahtuvat siirrot, varkauksien mahdollisuus, sekä siivous ja tarvittavat suojaukset. (3, s. 89-105.)

3.3.1 Ilmastopolitiikan vaikutus hankintoihin

Talotekniikkaurakoinnissa materiaalin merkitys hankkeen kokonaiskustannuksissa on kasvanut merkittävästi kiristyneiden energiavaatimusten myötä. Tiukentuneet vaatimukset rakennuksien energiankulutuksessa ovat lisänneet, ja samalla pakottaneet kehittämään rakennuksien teknisiä ominaisuuksia yhä ympäristöystävällisempään suuntaan. Kehityspotentiaalia on huomattu olevan etenkin asuinkerrostaloissa ja muissa rakennuksissa, joissa ei ole poistoilman lämmöntalteenottoa (5). Nykyisillä rakentamismääräyksillä rakennuksen vaipan yli tapahtuvaa lämpöhäviötä on pienennetty rakenteiden tiivistä lisäämällä, jolloin raitisilman ottaminen ikkunasaumoista on vähentynyt merkittävästi uudisrakentamisessa (6). Rakentamismääräykset eivät myöskään salli poistoilmanjohdattamista painovoimaisesti suoraan ulkoilman, vaan lämpöä täytyy käyttää esimerkiksi raitisilman lämmittämiseen (6). Tällöin tarvitaan hyvällä lämmöntalteenoton hyötysuhteella toimiva koneellinen ilmanvaihto ja sitä palvelevat kanavistot. Ilmamäärien tilakohtaisella ja käyttöasteen mukaan tapahtuvalla säädöllä saadaan ilmanvaihtojärjestelmä säädettyä mahdollisimman energiaystävälliseksi. Ilmanvaihtojärjestelmän automaattinen ohjaus vaatii toimiakseen rakennusautomaatiikkaa, joka välittää tilojen mittaustietoja ohjauskeskukseen, josta ohjataan ilmanvaihdon puhaltimia ja venttiileitä lisäämään tai pienentämään ilmavirtoja. Edellä mainittuja ja muita rakentamismääräyksissä määritettyjä energiatehokkuus ja tilojen olosuhdemääritelmiä noudattamalla tekniikan osuus muodostaa usein yli puolet talotekniikkaurakan loppusummasta (7).

Ympäristöministeriön asettamat määräykset ovat osa Euroopan unionin ilmastopolitiikkaa. Euroopan unionissa on asetettu direktiivit, joiden mukaan vuoteen 2020 mennessä kasvihuonepäästöjä vähennetään 20 %, uusiutuvien energialähteiden käyttöä lisätään

20 % ja energiatehokkuutta parannetaan 20 % vuoden 1990 tasosta. Vuonna 2030 vastaavat luvut on asetettu 40, 27 ja 27 prosenttiin. EU:n tasolla direktiiveillä asetetaan tavoitteet ja kunkin maan tehtäväksi jää ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin niiden täyttämiseksi. Suomessa ympäristöministeriö on lähtenyt toteuttamaan direktiiviä uudisrakennusten energiamääräyksillä vuonna 2012. Määräykset esitetään rakentamismääräyskoelman osassa D3, jossa asetetaan energiatehokkuuden vähimmäistaso uudisrakentamisessa. Vuonna 2013 ympäristöministeriö asetti voimaan uuden energiatodistustlain ja asetuksen, jonka mukaan todistus on laadittava uudelle rakennukselle sekä haettava olemassa olevalle rakennukselle myydessä tai vuokratessa. Samana vuonna tehtiin asetus energiatehokkuuden parantamiseksi korjaus- ja muutostöissä. Tällä hetkellä (tammikuu 2017) ympäristöministeriön uudet asetukset energiatehokkuuden parantamiseksi ovat kommentoitavana asiantuntijoilla. Uusien asetusten myötä tulee tapahtumaan uudistuksia rakentamismääräyskokoelman osissa D3, D2, C4 ja D5. (8.) Rakentamismääräyskokoelman rakenne esitetty tässä raportissa luvussa 4.1.1.

3.3.2 Muita hankintakustannuksien kasvuun vaikuttavia tekijöitä

Energiatiukennuksien lisäksi tekniikan kehittymistä ja käytön lisääntymistä edesauttaa energialähteiden sekä alueellisen lämmitys- ja jäähdytysenergian kallistuminen. Esimerkiksi kaukolämmön hinta on lähes kaksinkertaistunut kymmenessä vuodessa (9). Rakennuksien energiakustannuksien kasvaessa vaihtoehtoja haetaan muun muassa maalämmöstä, aurinkoenergiasta ja puupelletistä sekä näiden yhdistelmistä. Vaihtoehtoratkaisut alueelliselle energijakelulle ovat usein investoinneiltaan huomattavasti suuremmat, mutta halvemmat käyttökustannukset ja järjestelmän takaisinmaksuaika kiinnostavat kiinteistöjen omistajia.

Useat yritykset ja kiinteistösijoittajat tahtovat nykyisin pääkonttorillaan tai muulla hallitsemallaan kiinteistöllä olevan kansainvälisesti tunnustettu ympäristöluokitus. Yleisimmin käytettyjä luokitusjärjestelmiä ovat brittiläinen BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) ja yhdysvaltalainen LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Näissä luokitusjärjestelmissä rakennus pisteytetään energiatehokkuuden ja ympäristöystävällisyyden näkökulmasta. Mahdollisimman korkea ympäristöluokitus on tavoittelemisen arvoista yrityksille brändikuvan parantamiseksi. Ympäristön huomioiminen antaa yrityksestä vastuullisen kuvan, joka on hyödynnettävissä kaikessa sidosryhmäviestinnässä. Tämän lisäksi vihreillä toimintatavoilla on to-

dettu olevan vaikutus kiinteistön arvoon ja viihtyvyyteen. Yhdysvalloissa tehdyn tutkimuksen mukaan vihreän rakentamistavan huomioiminen lisäsi rakennuksen arvoa 7,5 % lisäten sijoitetun pääoman tuottoa 6,6 %. Hyvillä ympäristöluokituksilla varustettujen kiinteistöjen käyttöaste todettiin tutkimuksessa lisääntyneen 3,5 %-lla, mikä nosti vuokratuottoja 3 %-lla. (10.)

3.4 Potentiaalisten ongelmien analyysi

Potentiaalisten ongelmien analyysillä tai riskianalyysillä on merkittävä osuus hankintojen, ohjauksen ja valvonnan, sekä laadullisten tavoitteiden onnistumisessa. Rakentaminen on hyvin muutosherkkä toimintaympäristö. Jotta muutoksiin ja yllätyksiin pystytään vastaamaan mahdollisimman nopeasti ja oikeilla toimintatavoilla, täytyy projektista vastaavan analysoida mahdolliset ongelmakohdat ennen työhön ryhtymistä. Työn käynnissä ollessa tulee riskejä arvioida valvonnan ja ohjauksen yhteydessä. Potentiaalisten ongelmien tunnistamisella pyritään varmistamaan urakan aikataulussa pysyminen, ja välttämään viivästyksistä ja korjauksista mahdollisesti aiheutuvat korvausvelvoitteet. Riskien ennakkoinnissa hyvänä työkaluna toimii työmaan laatusuunnitelmaan liitetty riskianalyysi. (3, s. 62.) Esimerkki insinööryöhön tehdystä riskianalyysistä on esitetty kuvassa 4.

Ongelma	Vaikutus/seuraus	Torjunta	Vastuu
Tekniset ongelmat			
Putkien etäisyydet liian pienet putkimatossa	Eristeet eivät mahdu	Pidetään ennen työtä aloituskokous. Annetaan miehille taulukko jossa eristyspaksuudet putkille.	MN
Lämmönjakokeskuksen ensiöpuolella kierreosia	KL tarkastus ei mene läpi	Aloituspäätös, jossa kerrataan toiminta. Työstä vastaava tilaa materiaalit.	MN
Hankinnan ongelmat			
Puhallinkonvektoreiden toimitus viivästyy	Viivästyttää muiden urakoitsijoiden asennuksia.	Toimitusajankohta 1-2 viikkoa ennen töiden alkua. Varmistus rak.liikkeeltä säilytyksestä sisätiloissa	MN
Ympäristöongelmat			
Putkien säilytyksessä hiekkaa ja likaa putkien sisälle	Vaarana venttiilien ja siirtimien tukkeutuminen	Kysytään rak.liikkeeltä mahdollista sisänsäilytystä. Muutoin ohjeistetaan ja valvotaan putkien suojaaminen pihalla.	MN
Toiminnalliset ongelmat			
Lämmitysjärjestelmään ei saada ajoissa valmiiksi	Rakennusta ei saada lämpeämään-> sakollinen välitavoite	Tuotannon suunnittelu. Mahdollisesti aliurakoitsijan työvoiman lisäys	MN
Vesikaton lv-konehuoneen töitä ei saada valmiiksi ennen työmaahissien purkua	Osien ja putkien haalaus hankaloituu	Tarkat massalaskelmat ja materiaalien haalaus hissien vielä toimiessa	MN

Kuva 4. Työmaan riskianalyysi.

Riskianalyysissä ongelmat on jaoteltu neljään eri kohtaan: tekniikan, hankinnan, ympäristön ja toiminnan ongelmiin. Teknisellä ongelmalla on suora yhteys valmiin työn laatuun. Ongelma voi olla esimerkiksi erityisen vaativa teknistä osaamista edellyttävä työ, tai jokin muu tavallisesta ratkaisumallista poikkeava toteutus. Teknisen ongelman onnistuneessa ennakoinnissa vaaditaan ammattitaitoa työmaaorganisaatiolta, sekä rakennuskohteen suunnitelmien ja työselostuksen tuntemusta. (3, s. 62.)

Hankinnan ongelmien esiintyminen urakan aikana on hyvin todennäköistä ja niiden vaikutus aikatauluun ja kustannuksiin on usein merkittävä. Hankinnan vaatimukset löytyvät suunnitteluasiakirjoista. Hankintojen ongelmien ehkäisyssä täytyy perehtyä tuotteen lähtötietoihin ja kohteen suunnitelmiin kyseisen hankinnan osalta. Kun tuote saapuu työmaalle, tulee toimituksen sisällön oikeellisuudesta varmistua, minkä jälkeen varmistetaan siirto tilapäiseen varastointiin tai asennuspaikalle. (3, s. 62.)

Ympäristöongelmat sisältävät työskentely- ja varastointiympäristön aiheuttamat virheet tuotteille ja materiaaleille. Tällaisia virheitä voi olla muun muassa asennettavien laitteiden likaantuminen, jolloin tuotteille voidaan joutua suorittamaan perusteellinen puhdistus, mikä heikentää urakalle laskettua katetta. Materiaalin kunto saattaa vääränlaisissa olosuhteissa huonontua niin paljon, että tilalle joudutaan hankkimaan korvaava uusi tuote. Vääränlaisilla ja huolimattomilla työskentelytavoilla on mahdollista puolestaan aiheuttaa ongelmia ympäristölle. Esimerkiksi suoritettaessa korjaus- tai viimeistelytyötä loppusiivoutuissa tiloissa, tulee ottaa huomioon työskentelyn siisteys, jottei kohteessa jouduta suorittamaan uutta siivousta tai paikkamaalauksia. Tuotteiden varastoinnissa ja työskentelyssä tulee aina ottaa huomioon ympäristön asettamat vaatimukset. Tällöin voidaan varautua oikeanlaisella suojauksella tai suunnitella omat työskentelytavat. Ympäristöongelmien ehkäisyssä vaaditaan jatkuvaa havainnointia käynnissä olevista työvaiheista sekä aikataulujen seurantaa. Aikataulun seuranta on tärkeää, jottei työmaalle tuotua materiaali kuormaa kuljeteta alueelle, jossa on tarkoitus aloittaa esimerkiksi lattiatyöt. (3, s. 63.)

Toiminnallisilla ongelmilla on merkittävä vaikutus työmaan valmistumiseen suunnitellusti. Niillä on suora yhteys aikatauluihin, sopimuksiin, tuotannon ohjaukseen ja taloudellisen tuloksen varmistamiseen. Toiminnallisten ongelmien ehkäisyssä tulee perehtyä kohteen suunnitelmiin, sopimusasiakirjoihin, rakennuspaikkaan, käytettäviin resursseihin sekä aikatauluihin. Aikaisemmat kokemukset vastaavista töistä toimivat hyvänä apuna arvioitaessa mahdollisia ongelman aiheuttajia. (3, s. 63.)

4 Laatu ja laadunhallinta

Laatu tarkoittaa sitä, että valmistuessaan projekti, palvelu tai esine täyttää asiakkaan toiveet ja odotukset. Rakennusosalalla hyvää laatua ei voida määritellä täydellisesti ennalta, koska asiakkaan odotukset voivat muuttua projektin edetessä. Laadunhallinnalla pyritään suunnittelun, varmistuksen ja valvonnan avulla varmistumaan siitä, että projekti valmistuessaan täyttää sille asetetut tavoitteet ja vastaa asiakkaan odotuksia. Jotta tässä onnistutaan, on koko projektin elinkaaren aikana pidettävä aktiivisesti yhteyttä työn tilanneen tahon kanssa. Tiivis yhteydenpito on tärkeää, jotta voidaan tunnistaa asiakkaan odotukset lopputuotteesta. Asiakkaan tarpeiden täyttäminen pyritään toteuttamaan yritykselle mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Asiakastyytyväisyyttä ei pidä ajatella itsetarkoituksena, johon on pyrittävä hinnalla millä hyvänsä. Projektin aikana muuttuvat odotukset ja toiveet vaativat usein kompromisseja ja nopeita päätöksiä, jotka saattavat vaikuttaa laadunhallintaan. Tämän vuoksi huolellinen suunnittelu ja perehtyminen projektiin on ehdottoman tärkeää. (11, s. 224; 12, s. 18.)

Esimerkiksi kulutustuotteiden valmistuksessa laadunhallinta voidaan vakioda todella tarkasti kehittämällä tuotantolinjaa ja ylläpitämällä samaa vakioitua käytäntöä valmistuksessa. Tällöin virhemarginaali tuotantolinjan loppupäässä voidaan minimoida todella pieneksi. Laadunhallinnan soveltaminen projektiympäristössä on kuitenkin paljon haastavampaa, koska yrityksen laatujärjestelmään perustuvilla vakioituilla toimintatavoilla ei voida varautua kaikkiin rakennusprojekteissa esiintyviin yllätyksiin ja epävarmuuksiin (11, s. 226.)

Rakennusprojektissa toteutettavan hankkeen laatu on vahvasti sidoksissa tuotannonhallinnan onnistumiseen. Projektinjohton tehtävänä on löytää keinot ja tavat, joilla päästään mahdollisimman hyvään kokonaislaatuun. Tarkoituksena on löytää oikea suhde laatu-tarkkailuun ilman, että tarvittavista laatukselmoineista tingitään, mutta ei myöskään käytetä liian paljon resursseja yksittäisten osatekijöiden tarkasteluun. (11, s. 225.)

4.1 Laadun määrittäminen rakennusosalalla

Rakennusprojektin laatu määritellään urakkasopimuksessa ja urakka-asiakirjoissa rakennuttajan ja viranomaisten määrittelemällä tavalla (3, s. 57). Laadun määritelmät sopimuksissa ja asiakirjoissa perustuvat Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeisiin

ja määräyksiin sekä ohjeisiin, joita on listattu RT-korteissa, valmistajien manuaaleissa, standardeissa sekä rakentamisen yleisissä laatuvaatimuksissa. Näissä on esitetty toteutustapoja, jotka takaavat yksittäisen työsuorituksen oikeanlaisen ja hyvän rakentamistavan mukaisen toteutuksen.

4.1.1 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Rakentamismääräyskokoelma on osa maankäyttö- ja rakennuslakia. Rakentamismääräyskokoelmaan on listattu ympäristöministeriön asettamia rakentamista koskevia määräyksiä ja ohjeita. Määräykset ovat velvoittavia, jolloin niitä on noudatettava kaikessa uudisrakentamisessa. Korjaus- ja muutostöissä määräyksiä sovelletaan vain siltä osin kuin on mahdollista kohteen toimenpiteiden laatu ja laajuus huomion ottaen. Ministeriön asettamat ohjeet eivät ole velvoittavia. (13.) Suomen rakentamismääräyskokoelma koostuu seuraavista osista:

- | | |
|---|---------------------------------|
| A | Yleinen osa |
| B | Rakenteiden lujuus |
| C | Eristykset |
| D | LVI ja energiatalous |
| E | Rakenteellinen paloturvallisuus |
| F | Yleinen rakennussuunnittelu |
| G | Asuntorakentaminen |

Jokaisen pääotsikon alle on numeroitu asiakirja tai asiakirjoja, jotka keskittävät määräykset kohdistumaan vielä tarkemmin kyseiselle osa-alueelle. Esimerkiksi LVI ja energiatalous on jaettu seitsemään eri asiakirjaan, joissa jokainen käsittelee LVI-alan eri osa-alueita. Näitä ovat muun muassa kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto sekä rakennusten energiatehokkuus. Samalla periaatteella on myös muissa pääotsikoissa kategorioitu määräykset ja ohjeet koskettamaan tiettyä osa-aluetta. (13.)

4.1.2 RYL - Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset

Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset ovat rakennusalan yhdessä sopimat käytännöt ja toimintatavat, joilla saavutetaan yleisesti laadukas lopputulos. Kokoelma helpottaa tilaajaa asettamaan haluamalleen työlle laatuvaatimukset, kun sopimuksessa voidaan viitata RYL:in yksilöityyn kohtaan, jossa on määritetty tapa toteuttaa työ laadukkaasti. (14.)

4.1.3 RT-kortisto

RT-kortistossa on saatavilla rakennusalan monipuolinen tietopankki sekä laatujärjestelmä kestäväään rakentamiseen. Kortistoon on koottu tietoa ammattimaisista toteutustavoista ja se on suunnattu rakennusalan toimijoiden käyttöön, jotta tieto ja valmiit ratkaisut olisivat helposti rakentajien saatavilla. (15.)

4.1.4 Standardit ja valmistajien ohjeet

Edellisten lisäksi rakentamisessa laatua ohjaavat SFS-standardit, joita noudattamalla saavutetaan yhteinen menettelytapa toistuvaan toimintaan (16). Standardit eivät ole velvoittavia, mutta niiden noudattaminen varmistaa hyvän rakentamistavan mukaisen lopputuloksen. Viranomaiset saattavat edellyttää niiden käyttöä. Tavarantoimittajien asennusohjeet on usein todettu toimiviksi kattavien tuotetestauksien tuloksena. Tämän vuoksi niitä pyritään noudattamaan asennettaessa rakennuskohteeseen.

4.2 Laadunvarmistus

Luvussa 3.1 esitetty rakennusprojektin ohjaus ja valvonta ovat tehtäviä, joilla pyritään työn sujuvuuden ja resurssien tehokkaan käytön lisäksi varmistamaan työn laadullisista tavoitteista. Laadunvarmistus on järjestelmällistä ja suunnitelmallista ennakointia, jolla pyritään varmistamaan, että projektin lopputuote vastaa varmasti työn tilanneen tahon odotuksia eli kohteelle asetettuja laatuvaatimuksia. Laadunvarmistuksen tarkoituksena onkin varmistua siitä, että haluttu lopputulos saavutetaan ehdottoman varmasti. Laadunvarmistukseen kuuluvia tehtäviä ovat valvonta ja arvioinnit, jolloin esimerkiksi rakennus-
alalla tehtyä työtä verrataan projektin suunnitelma-asiakirjoihin ja rakennus-
alalla käytössä oleviin määräyksiin ja ohjeisiin, jotka on esitelty kohdassa 4.1. Asiakirjoissa ja määräyksissä esitettyjen laadullisten vaatimuksien varmistamisen lisäksi rakennus-
alalla osa

laadunvarmistusta on työn jälki, jonka tulee olla siistiä ja ympäröiviin tiloihin soveltuvaa. Alakaton yläpuoliset asennukset eivät välttämättä esimerkiksi vaadi yhtä tarkkaa työskentelyä kuin lämmitys- tai vesijohtojen pinta-asennukset. (11, s. 227–228; 3, s. 7.)

4.2.1 Laatujärjestelmä

Tämän insinööritoiminnan tuloksena syntynyt tuotannonhallintasuunnitelma on osa Boctok Oy:n laatujärjestelmää. Laatujärjestelmä on osa yrityksen johtamisjärjestelmää, jolla pyritään viemään johdon tahtotila systemaattisesti läpi koko organisaation. Järjestelmä koostuu suunnitelmista ja muista asiakirjoista, jotka on yrityksen johdon tahdosta muodostettu ja niiden on katsottu helpottavan yrityksen prosessien johtamista. Laatujärjestelmä on yrityksen johdon johtamistyökalu, jolla pyritään esimerkiksi varmistamaan asiakastyytyväisyys, työn tuottavuus, valvonnan ja ohjauksen järjestelmällisyys, laadulliset tavoitteet, henkilöstön koulutus ja työnohjaus sekä yhtenäiset toimintatavat.

Laatujärjestelmän tavoitteet ja toteutustavat ovat yrityskohtaisia, eikä järjestelmän rakenteelle ole mitään tiettyä standardiohjetta. Jos laatujärjestelmälle tahdotaan standardin ISO 9000 mukainen auditointi, tulee järjestelmässä huomioida siinä esitetyt tavoitteet. Boctok Oy:llä ei ole käytössä auditointia laatujärjestelmää. Järjestelmästä halutaan kehittää mahdollisimman vähän henkilöstöä työllistävä kuitenkin niin, että halutut ohjausvaikutukset saavutetaan. Lecklin toteaa kirjassaan Laatu yrityksen menestystekijänä (12, s. 18-19), ettei laatujärjestelmän tavoiteasettelua pidä muodostaa liian yksityiskohtiin painottuvaksi. Tämä on tärkeää myös toimeksiantajayritykselle, ja asia pyrittiin ottamaan vahvasti huomioon myös tuotannonhallintasuunnitelman teossa. Liian pikkutarkasti määritelty järjestelmä hukuttaa helposti kaikkein olennaisimmat asiat järjestelmään kirjattujen detaljien alle. Tällä tavalla toteutetussa järjestelmässä on vaarana henkilöstön turhautuminen ja motivaation lasku, jolloin laatujärjestelmä kääntyy itseään vastaan. Oikein toteutetulla laatujärjestelmällä viestitään tehokkaasti yrityksen johdon määrittelemät strategiat ja suunnitelmat koko yritykselle järjestelmällisesti, jolloin helpotetaan toiminnan johtamista. (12, s. 19-18, 31–35.)

4.2.2 Laatu- ja tehtäväsuunnitelmat

Laatu- ja tehtäväsuunnitelmat ovat osa yrityksen tuotannonhallintasuunnitelmaa. Laatusuunnittelulla asetetaan määräyksien ja ohjeiden mukaiset tavoitteet työn lopputulokselle. Tehtäväsuunnittelulla tarjotaan konkreettiset työkalut laatusuunnitelman karkeasti määritettyjen ohjeiden ja toimintatapojen toteuttamiselle. Tällä tavalla pystytään varmistamaan tehtävän laadulliset tavoitteet ja kustannustehokkuus. Tarkempaa ohjausta ja suunnittelua vaativat tehtävät määritetään heti työn alkaessa kartoittamalla potentiaaliset riskipaikat ja teknisesti vaativat työt. Kriittisiä työvaiheita voivat olla esimerkiksi työvaiheet, joiden suorittamiseen on asetettu tiukka aikataulu tai ovat kustannuksiltaan merkittäviä. Työvaiheelle on voitu asettaa myös erityisen korkeat laatuvaatimukset, jolloin toteutus vaatii tehtäväsuunnittelua. Työntekijöille ja työnjohdolle uusien sekä usein vikaistoilta löytyvien työvaiheiden epäonnistuminen voidaan minimoida tarkalla ja järjestelmällisellä suunnitelmalla. Tehtäväsuunnittelua vaativan työn suunnittelu aloitetaan lähtötietojen kokoamisella. Riittävän tarkkojen lähtötietojen avulla pystytään muodostamaan suunnitelma, jolla voidaan ohjata työn suoritus tarkasti. Työn aloituksen jälkeen tehtäväsuunnitelman mukainen toteutuminen pitää varmistaa jatkuvalla ohjauksella ja valvonnalla. (17.)

4.3 Laadun merkitys liiketoiminnalle

Laadunhallinnan onnistumisen lähtökohtana toimivat kriittiset menestystekijät, jotka vaikuttavat toiminnan tulokseen. Kriittiset menestystekijät ovat asioita, joilla on suora vaikutus liiketoiminnan onnistumiseen tai epäonnistumiseen. Puutteita kriittisissä menestystekijöissä on vaikea tai lähes mahdotonta korvata muilla vahvuustekijöillä. Menestystekijät tulisi määrittää yrityksen johdossa, niin että jokainen johtoryhmässä oleva hyväksyisi tekijät ja sitoutuisi niiden saavuttamiseen ja ylläpitoon. Yrityksen menestystekijöitä voiva olla esimerkiksi

- ammattitaitoiset työntekijät
- alhaiset tuotantokustannukset
- nopea tuotekehityssykli

- korkea asiakastyytyväisyys
- tehokkaat markkinointikanavat
- toimitusvarmat ja laadukkaat alihankkijat
- tuotteiden ja palveluiden laatukilpailukyky
- ympäristöystävällinen toimintatapa.

Menestystekijät voivat vaihdella riippuen, onko ne asetettu myyntitiimille, projektihenkilöstölle vai johtoryhmän strategiaksi, eivätkä ne pysy välttämättä vakiona vuodesta toiseen. Kriittisien menestystekijöiden arviointi tulisi suorittaa johtoryhmässä kerran vuodessa. (12, s. 24–25.)

5 Tuotannonhallintasuunnitelma

5.1 Tuotannonhallinta lyhyesti

Tässä kappaleessa esitetään yritykselle tehdyn työmaakohtaisen tuotannonhallintasuunnitelman rakennetta ja huomioon otettavia asioita. Suunnitelma tehtiin yhdelle Bocktok Oy:n työmaalle, joka laajuudeltaan ja urakkamuodoltaan vastasi yritykselle tyypillistä urakointikohdetta. Uutta suunnitelmaa lähdettiin toteuttamaan yrityksen tahdosta muodostaa asiakirja, jolla ohjataan työmaan toimintaprosesseja. Ohjauksella pyritään sujuvoittamaan työmaan toimintaa niin, että laadulliset ja taloudelliset tavoitteet täyttyvät. Omien toimintaprosessien vakioimisen lisäksi tuotannonhallintasuunnitelma toimii asiakirjana, jolla voidaan tilaajalle osoittaa Bocktok Oy:n ammattitaitoiset toimintatavat.

Laatu ja talous ovat urakoinnissa erittäin riippuvaisia toisistaan. Molempien on onnistuttava, jos tahdotaan toisen onnistuvan. Työmaan onnistumiseen vaadittavat asiat ovat helposti kuvailtavissa yleisellä tasolla, mutta käytännön toteutus vaatii hyvää perehtymistä suoritettavan urakan vaatimuksiin. Urakassa onnistuminen vaatii, että työmaalle tilataan oikea määrä vaaditun laatutason mukaisia tuotteita ja niitä varastoidaan työmaalla asianmukaisesti. Varastoinnin tärkeys on merkittävä, jottei materiaali vaurioidu.

Vaurioituessaan tuote joudutaan korvaamaan uudella, mikä lisää urakkalaskentaan kuumattomia kustannuksia. LVI-urakan koneiden ja laitteiden toimitusajat ovat usein pitkiä, jolloin uuden hankinta myöhästyttää merkittävästi työn suoritusta. Merkittävä ajallinen epäonnistuminen yhdessä työssä aiheuttaa sen, että seuraava työvaihe joudutaan aloittamaan aikataulusta jäljessä. Tilanne tulisi pyrkiä palauttamaan mahdollisimman pian aikataulun mukaiseksi, koska usean työvaiheen myöhästyminen viivästyttää välitavoitteiden täyttymistä ja pahimmillaan luovutusajankohtaa. Näistä viivästymisistä joudutaan usein maksamaan sakkoa työn tilaajalle, mikä heikentää urakan taloudellista lopputulosta.

Kun hankinnat ovat oikeansisältöisiä ja tuotteita ei ole turmeltu varastoitaessa, ne voidaan asentaa rakenteisiin. Asennuksissa tulee ottaa huomioon, että valmistuessaan työ noudattaa suunnitelmien ja rakentamismääräyksien mukaisia vaatimuksia. Väärin tehdyt asennukset aiheuttavat merkittäviä ajallisia ja taloudellisia paineita urakan onnistumiselle kuten hankinnoissa epäonnistuminenkin. Asennuksien purkaminen ja uudelleen tekeminen aiheuttavat lisäksi tyytymättömyyttä asentajissa, mikä laskee työtehoa. Jotta asennukset pystytään suorittamaan laatuvaatimuksien mukaisesti, vaaditaan ammattitaitoiset asentajat ja projektiin perehtyneen projektinhoitajan, joka pystyy löytämään urakan mahdolliset riskipaikat ja ohjeistamaan asentajia niissä.

Onnistuminen edellä esitetyissä toiminnoissa takaa hyvin suurella todennäköisyydellä urakan laadullisten ja taloudellisten tavoitteiden onnistumisen. Prosessien onnistuminen työmaalla käytännössä vaatii kuitenkin kattavan suunnittelun ja valmistautumisen urakkaan ja seuraavaksi alkaviin työtehtäviin. Projektinhoitajan tehtävänä on varmistaa toimintaprosessien onnistuminen ennakoivalla ohjauksella ja valvonnalla sekä puuttua mahdollisimman nopeasti virheisiin työmaalla. Jotta Boctok Oy pystyy tukemaan projektinhoitajien onnistumista näissä tehtävissä, haluttiin yrityksen käyttöön tuotannonhallintasuunnitelma, jonka noudattaminen ohjaa haluttujen tavoitteiden täyttymiseen.

5.2 Yrityksen pääliiketoiminta

Tässä luvussa esitetään esimerkkikohde, jolle insinööritöissä tehty tuotannonhallintasuunnitelma kohdistettiin. On tärkeää ymmärtää, millaiseen toimintaympäristöön suunnitelma kohdistetaan, koska huomioon otettavat asiat ja niiden merkitykset urakkaan

vaihtelevat rakennuskohteesta riippuen. Tässä työssä käsitellään vain toimitilasaneerauksessa huomioitavia toimintaprosesseja.

Suunnitelman esimerkkikohteena toimi Helsingin keskustassa sijaitseva yhdeksänkerroksinen toimitilakiinteistö, jonka käyttäjäksi tuli pankkiiriliike. Boctok Oy suoritti kohteeseen LV-aliurakan, jossa uusittiin kaikki kohteen lämmitys-, jäähdytys-, vesi- ja viemärijärjestelmät osana laajaa peruskorjausta. Kohteen rakennusaika oli huhtikuu 2016 – helmikuu 2017.

Hanke oli erinomainen esimerkkikohde yrityksen uudelle tuotannonhallintasuunnitelmalle. Kohteen sijainti, saneeratut järjestelmät ja urakan laajuus olivat hyvin samankaltaisia kuin yrityksen aikaisemmat työkohteet. Kohteen sijainti keskellä Helsinkiä vilkkaasti liikennöityjen katujen risteyksessä vaati tarkan logistisen suunnittelun päivittäisille tilauksille, ja erityisesti suurille sekä isoissa erissä tulleille laitteille. Logistiikan lisäksi kohteessa esiintyi haasteita uuden tekniikan mahdollistamisessa vuonna 1935 rakennetun rakennuksen alakattojen yläpuolelle. Logistiikka ja tilavarauksien rajoitukset ovat seikkoja, jotka vaativat tarkkaa suunnittelua ja poikkeavat merkittävästi esimerkiksi Helsingin keskustan ulkopuolelle rakennettavasta uudiskiinteistöstä. Kohde liitettiin Helsingin energian kaukolämmitys- ja jäähdytysverkostoihin. Tilojen lämmitys toteutettiin radiaattoreilla. Jäähdytys puolestaan hoidettiin puhallinkonvektoreilla sekä jäähdytyspalkeilla. Taulukossa 2 on esitetty kohteen mittasuhteita.

Taulukko 2. Esimerkkikohteen LV-urakan laitemääriä.

Laite	Määrä/kpl
Radiaattori (PC ja KON)	600
Puhallinkonvektori	60
Jäähdytyspalkki	120
IV-lämmitys- ja jäähdytyspatteireita	14
Seinä-wc	40

Vertailin kohteeseen asennettujen laitteiden ja koneiden määrää yrityksen viime kuuden vuoden aikana Helsingissä toteutettujen urakoiden menekkeihin. Vertailussa oli mukana kuusi kohdetta, joiden kerroskorkeudet olivat 8-9 kerrosta ja neljässä käyttäjänä oli pankki ja kaksi muuta oli jaettu kerroksittain useamman yrityksen toimitiloiksi. Kaikissa kohteissa lämmitys- ja jäähdytysratkaisut toteutettiin esimerkkikohteen mukaisilla lait-

teilla, ja rakennukset oli liitetty tai liitettiin Helsingin energian kaukolämpö- ja kaukojäähdytysverkostoihin. Rakennusajat kaikissa olivat alle 12 kuukautta. Kaikki kohteet ovat alun perin valmistuneet ennen vuotta 1950, mikä näkyy yhtenevinä tilavarauksina ja -ratkaisuina. Yrityksen referenssikohteiden yhtäläisyyden vuoksi päätimme yrityksen johdon kanssa, että suunnitelma olisi hyvä kohdistaa vastaamaan erityisesti kyseisenlaista urakkakohdetta. Tämän avulla pyritään vakioimaan ja parantamaan toimintatavat yrityksen päätoimialalla toimitilasaneerauksissa.

5.3 Suunnitelman rakenne

Kansiorakenteessa huomioidaan urakkasuorituksen onnistuneen lopputuloksen kannalta oleelliset asiat. Toimenpiteet käydään kronologisesti läpi työmaan perustamisesta luovutusmenettelyihin. Alla on esitetty insinöörityössä tehdyn suunnitelman rakenne ja selitetään tarkemmin kohdat, joihin työssä muodostettiin yhtenäiset uudet toimintatavat.

- Projektin yleiset asiat
- Projektin organisointi ja vastuunjako
- Työmaan perustaminen ja aloituspalaveri
- Hankinnat
- Riskianalyysi
- Työvaiheiden aloituspalaverit ja tehtäväsuunnitelmat
- Valvontasuunnitelma
- Aikataulusuunnittelu ja seuranta
- Työturvallisuus ja ympäristö
- Lisä- ja muutostöiden hallinta

- Tilaajan informointi ja palautetoiminta
- Projektin budjetti
- Laskutus
- Työmaan viimeistelyohjelma.

5.3.1 Työmaan perustaminen

Projektinhoidollisista tehtävistä vastaavan henkilön tehtävänä on perehtyä uuteen urakkakohteeseen perusteellisesti. Yksityiskohtainen tutustuminen vaaditaan, jotta laatusuunnitelmassa esitetyt kohdat pystytään muokkaamaan kyseisen työmaan vaatimuksia ja erityispiirteitä vastaavaksi. Projektinhoitajan tukena toimii kohteen urakkalaskennan suorittanut henkilö, joka laskentavaiheessa on tutustunut urakka- ja suunnitelma-asiakirjoihin. Kun projektinhoitaja on kirjannut suunnitelmaan uuden urakointikohteen vaatimat toimintatavat, kokoontuu yrityksen kyseisellä työmaalla toimiva henkilöstö sekä aliurakoitsijoiden edustajat työmaan aloituspalaveriin. Aloituspalaverissa käydään läpi laatusuunnitelma ja sovitaan vastuista. Erityisen tarkasti suunnitelmaan kirjataan, ja aloituspalaverissa käsitellään, menettelytavat hankintojen, potentiaalisten riskien ja tehtäväsuunnitelmia vaativien työtehtävien osalta. Näiden lisäksi tulee huomioida kyseisen työmaan erityispiirteet ja niiden asettamat vaatimukset.

5.3.2 Materiaalihankinnat

Hankinnoissa toimintaprosessien tulee toimia jokaisella hankintaketjun osa-alueella. Hankintavastuut alkavat siitä, kun suunnitelmista tarkastetaan tilattavien laitteiden tekniset vaatimukset. Hankinta voidaan katsoa suoritetuksi, kun tuote on toimitettu asennuspaikalle valmiina asennettavaksi. Pääsääntöisesti tämän toimintaketjun toimivuudesta vastaa hankinnan toteuttaja eli projektinhoitaja. Alla esitetyssä toimintalohkokaaviossa on numeroitu hankintojen toteutustapa Boctok Oy:ssä. Esitetyillä toimintatavoilla varmistetaan yksittäisen hankinnan onnistuminen. Hankintaprosessi on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Hankintamenettelyt Boctok Oy:ssä

Hankinnan toteuttaminen aloitetaan aina suunnitelma-asiakirjoihin tutustumisella. Suunnitelmista saadaan tarvittavat tekniset tiedot, joiden avulla voidaan koota tarjouspyyntö materiaali. Tarjouspyynnöt lähetetään 2-3 toimittajalle, joista yksi on tarjouslaskentavaiheessa valittu toimittaja. Tarjouksien vastaanoton ja vertailun suorittaa projektinhoitaja. Hänen tehtävänä on saada vastaanotetut tarjoukset mahdollisimman vertailukelpoisiksi. Jotta tarjoukset saadaan vertailukelpoisiksi, joudutaan niiden sisällöt usein taulukoimaan Excel-ohjelmalla. Tämä johtuu siitä, että tarjouksien sisällöt eroavat usein toisistaan. Erot johtuvat esimerkiksi siitä, että toinen toimittaja tarjoaa tuotteen automatiikkalaitteilla ja toinen ei.

Kun projektinhoitaja on valinnut tarjouksista mieleisimmän, hän lähettää toimittajan ja tuotteen tiedot tilaajaorganisaatiolle hyväksyttäväksi. Jos tuote hyväksytään, tarkastetaan yleisaikataulusta tuotteen asennusajankohta ja sovitaan toimittajan kanssa tilauksen toimituspäivästä. Tilauksen teon yhteydessä projektinhoitaja sopii toimittajan kanssa toimitukseen sisältyvistä yksityiskohdista. Näitä ovat muun muassa kuljetuskalusto, kollien määrä ja merkitseminen. Tavaroiden haalaus helpottuu työmaalla oleellisesti, jos toimittajan kanssa pystytään sopimaan kollien kerros tai tilakohtainen merkitseminen. Tällöin asentajat eivät joudu käyttämään ylimääräistä aikaa pakettien avaukseen materiaalin purkupaikalla. Mikäli toimittaja tai tuote eivät kelpaa tilaajalle, valitaan uusi toimittaja tai tuote. Tilaajan esittämät hylkäysperusteet toimivat apuna uuden toimittajan tai tuotteen valinnassa.

Hankintavastuut eivät lopu vielä tuotteen saapumiseen työmaalle. Hankinnan toteuttajan tulee varmistaa tuotteen turvallinen ja hallittu siirto asennuspaikalle tai suunnitella toimenpiteet työmaalla toteutettavalle väliaikaiselle varastoinnille. Mikäli työmaalla on logistiikkaan ja siivoukseen erikoistunut yritys, käytetään vaativissa siirroissa pääsääntöisesti heidän työpanostaan. Jos vaativat siirrot toteutetaan omilla asentajilla, tulee projektinhoitajan varmistua siirtokaluston asianmukaisuudesta ja haalausreittien esteettömyydestä. Koneiden ja laitteiden väliaikainen varastointi vaatii, että projektinhoitaja suunnittelee tarvittavat suojaustoimenpiteet, jottei työmaapöly tai mekaaninen rasitus vahingoita hankintaa.

Hankintojen hallinnan onnistuminen koko urakkasuorituksen ajan varmistetaan Bock Oy:ssä selkeällä vastuunjaolla ja hankintasuunnitelmalla. Hankintasuunnitelmassa esitetään urakkaan hankittavat tuotteet, toimitusajat ja yleisaikataulun mukaiset alustavat toimitusajankohdat. Tuotteet ja laitteet, joiden hankinta suoritetaan tarjouslaskentavaiheessa saaduilla tarjouksilla, kirjataan hankintasuunnitelmaan laskennan suorittaneen henkilön toimesta. Tällöin projektinvetäjä saa suunnitelmasta tarkistamalla selvyyden niistä tuotteista, jotka hänen täytyy kilpailuttaa. Urakkalaskennan suorittaneen tehtävä on myös kirjata suunnitelmaan laitteille ja materiaaleille budjetoidut kustannukset. Kun projektinhoitaja toteuttaa hankintasuunnitelmassa esitettyjen tuotteiden tilauksia, hän merkkää taulukkoon tilauspäivän ja toteutuneen kaupan kustannuksen. Esimerkki Bock Oy:ssä käytössä olevasta hankintasuunnitelmasta on esitetty luvussa 3.3.

5.3.3 Riskihallinta

Projektinhoitajan tehtävä on tarkastaa ja analysoida uutta urakkakohdetta mahdollisten riskien varalta. Insinööriyössä tehtyyn tuotannonhallintasuunnitelman esimerkkiin on kirjattu edellisiin urakkasuorituksiin kuuluvia työvaiheita, joissa onnistuminen on osoittautunut merkittäväksi tai joiden toteutuminen aikataulussa on kriittistä työmaan etenemisen kannalta. Laadullisten ja taloudellisten tavoitteiden täyttymisen kannalta riskialttiita työvaiheita ovat lisäksi aina kustannuksiltaan merkittävät työt ja työvaiheet, jotka ovat yritykselle tai asentajille uusia. Projektinvetäjän tulee suunnitella toimenpiteet ja muodostaa kohdan 3.4 mukainen riskianalyysi, jotta tehtävistä suoriudutaan ongelmitta.

Riskianalyysin muodostamisen jälkeen kyseisiä työvaiheita varten projektinhoitaja muodostaa tehtäväsuunnitelmat. Tehtäväsuunnitelmassa tulee huomioida kaikki kyseisen

työtehtävän vaatimat toimenpiteet ja riskit. Toimenpiteet ja suoritusjärjestys Boctok Oy:ssä esitetään toimintalohkokaaviossa kuvassa 6.

TEHTÄVÄSUUNNITTELUN VAIHEET BOCTOK OY



Kuva 6. Tehtäväsuunnittelun vaiheet Boctok Oy:ssä

Suunnitelman alussa tarkastetaan työsuoritteelle asetetut ajalliset, taloudelliset ja laadulliset tavoitteet suunnitelma-asiakirjoista. Nämä selvitettyään projektinhoitaja pystyy analysoimaan työn suoritukseen liittyvät mahdolliset ongelmakohdat ja suunnitella keinot halutun tuloksen saavuttamiseksi. Tehtäväsuunnitelmassa otetaan huomioon myös työhön vaadittavat työkalut ja materiaalit. Tarkoituksena on varmistua niiden saatavuudesta työn alkamisajankohtana. Suunnitelmassa pitää myös varmistaa, että työ on toteutettavissa työturvallisuuskäytäntöjä noudattaen. Mikäli aloitettava työ sisältää erityisen suuren työturvallisuusriskin, tulee työn suorittamisesta tehdä työturvallisuussuunnitelma. Suunnitelmapohja saadaan pääurakoitsijalta, mutta sen täyttäminen ja toteutumisen valvonta kuuluvat Boctok Oy:n projektinhoitajalle. Tehdyt suunnitelmat käydään tekijöiden kanssa läpi työvaiheen aloituspalaverissa. Aloituspalaveri pidetään noin 1–3 päivää ennen työn aloittamista.

Kattava tehtäväsuunnittelu ja pidetty aloituspalaveri eivät kuitenkaan vielä yksin takaa suunniteltua lopputulosta, vaan projektinvetäjän on valvottava ja tarvittaessa ohjattava työskentelyä työaikana sekä tarkistettava lopputulos. Riskianalyysi toimii merkittävänä apuna ohjauksen ja valvonnan onnistumiselle. Pyrkimyksenä on, että ongelmakohdat pystytään hoitamaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ennakoivalla ohjauksella.

5.3.4 Valvontasuunnitelma

Valvontasuunnitelmassa työmaa on pilkottu tehtäväkokonaisuuksiin valvonnan ja tarkastuksien helpottamiseksi. Suunnitelma jaetaan kerroksittain ja järjestelmäkohtaisesti omiin suoritettaviin tarkastustoimenpiteisiin. Jako tapahtuu esimerkiksi seuraavasti:

- Kuilu 1, putkiasennukset ja eristys
- Kuilu 2, putkiasennukset ja eristys
- Jäähdytysrungot, 6. kerros
- Vesi- ja viemäriputket, 6. kerros
- Kalustus, 6. kerros
- Eristys, 6. kerros
- Lämmönjakohuone.

Tarkastus suoritetaan, kun työvaihe on täysin valmistunut. Lopullista tarkastusta on kuitenkin edeltänyt työaikainen valvonta ja ohjaus. Lopullisen tarkastuksen tarkoituksena on suorittaa itselleluovutus, jossa täytetään valvontasuunnitelman liitteenä oleva tarkastuspöytäkirja (liite 1). Täytetyt ja hyväksytyt tarkastuspöytäkirjat toimitetaan työn tilaajalle taholle. Tällä tavalla tilaajaa tiedotetaan töiden valmistumisesta. Tarkastuspöytäkirjat ovat erilaiset riippuen tarkastetaanko vesijohto- tai viemäriasennuksia, lämmönjakohuonetta vai jäähdytysputkistoa. Kun tarkastus on hyväksytysti suoritettu, kohta merkitään suunnitelmaan tarkastetuksi.

Valvontasuunnitelman lopussa tarkastuspöytäkirjojen jälkeen on putkistojen koepainepöytäkirjat. Koepainepöytäkirjat tehdään ja nimetään aina sen mukaisesti, mitkä putkistot on kyseisessä painekokeessa koeponnistettu. Koeponnistuspöytäkirjan yhteyteen lisätään valokuva painemittarin osoittamasta lukemasta koeponnistusajanjakson lopussa. Esimerkki koepainepöytäkirjasta liitteessä 2.

5.3.5 Aikataulun seuranta

Sivu- tai aliurakan tulee edetä pääurakoitsijan muodostaman aikataulun mukaisesti. Projektinhoitaja resursoi asentajavahvuuden alkaviin työtehtäviin kohdan 3.2 mukaisesti. Työn valmiusastetta ja aikataulun toteutumista seurataan viikoittain työmaalla pääurakoitsijan toimesta pidettävissä urakoitsijakokouksissa. Kokouksessa seurataan aliurakoitsijoiden töiden edistymistä ja keskustellaan työmaan ajankohtaisista asioista. Kokousta varten projektinhoitaja muodostaa kokousta edeltävänä päivänä liitteen 3 mukaisen työvaiheilmoituksen. Työvaiheilmoituksessa ilmoitetaan asentajavahvuus, käynnissä olevat työvaiheet ja valmiusasteet, valmistuneet työt sekä alkavat työt. Ilmoituksessa on hyvä ilmoittaa myös esteistä tai häiriöistä, jotka ovat hidastaneet tai estäneet urakasuoritukseen kuuluvien töiden suorittamisen. Kun omasta toiminnasta riippumattoman esteen tai häiriön on todettu aiheuttaneen töiden viivästymistä, on urakoitsija oikeutettu saamaan lisäaikaa työsuoritukselle. Työvaiheilmoituksen loppuun kirjataan esimerkiksi energialaitoksen tarkastuspäivämäärät ja hyväksyttäväksi esitetyt materiaalit.

5.3.6 Lisä- ja muutostöiden hallinta

Rakentaminen, ja etenkin korjausrakentaminen, on erittäin haastava projektiympäristö, jossa tilanteet ja toteutustavat muuttuvat usein rakentamisen aikana. Muutoksien tunnistaminen, niihin vastaaminen ja resurssien uudelleenohjaus ovat projektinhoitajan tehtäväalueita. Työn toteutumisen ja sujuvuuden varmistamisen lisäksi projektinhoitajan on esitettävä työn tilanneelle organisaatiolle korvausvaatimus urakkaan kuulumattomista lisä- ja muutostöistä. Lisä- ja muutostöitä kertyy vuoden mittaisen toimitilasaneerauksen aikana usein merkittävä määrä. Lisätyöt johtuvat usein urakan aikana havaituista ja toteutetuista ratkaisuksista, jotka poikkeavat alkuperäisistä suunnitelmista. Suunnitteluvaiheessa ei ole ollut vielä mahdollisuutta kartoittaa kaikkia korjattavan rakennuksen rakenteita ja talotekniikan reitityksiä, jolloin lopullinen suunnittelu toteutetaan rakentamisen

yhteydessä. Suunnitelmamuutoksien taustalla ovat usein myös tilojen käyttäjien muuttuneet tahtotilat.

Koska lisätöiden määrä voi muodostua sekä lukumäärällisesti että taloudellisesti merkittäväksi, täytyy projektinhoitajan olla tietoinen tehdyistä ja tulevista lisätöistä. Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaisesti lisätyöstä tulisi muodostaa tilaajalle tarjous, ja tarjouksen hyväksynnän jälkeen muutostyön suoritus voitaisiin aloittaa (18). Tämä sopimuksen pykälä toteutuu usein, kun kyseessä on suurempi yksittäinen lisätyö. Työmaalla täytyy kuitenkin ajoittain reagoida muutoksiin heti niiden tarpeen ilmetessä, jolloin ei ole aikaa muodostaa työstä tarjousta ja hyväksyttää sitä tilaajalla. Tällöin tehty työ ja käytetyt materiaalit hyväksytetään työn tilaajalla viipymättä työn valmistuttua. Kuvassa 7 on esitetty lisä- ja muutostyöprosessien kaksi erilaista menettelytapaa.



Kuva 7. Lisä- ja muutostyömenettelyt Bocktö Oy:ssä

Lisätyö tarjotaan tilaajalle lisätyökirjeellä (liite 4) ja materiaali sekä työkustannus eritellyllä (liite 5). Lisätyökirjeessä esitetään tehtyihin töihin kuluneet työ- ja materiaalikustannukset. Kuluerittelystä tilaaja näkee kyseiseen tarjoukseen sisältyneen materiaalin ja sen vaatiman asennusajan. Erittelyssä esitetään materiaalien asennuksen työkustannuslaskelmat, koska urakkasopimuksissa on usein sovittu, että urakkaluonteiset työt suoritetaan LVI-alan työehtosopimuksen mukaisilla työmenekeillä. Mikäli työ ei ole suoritettavissa urakkaluonteisesti, se tehdään sovitulla tuntihinnalla toteutuneen menekin mukai-

sesti. Tilaajalle jätetyt tarjoukset kirjataan muutostyökoontiin (liite 6), johon kirjataan tarjouksen alkuperäinen summa ja tilaajan kanssa pidetyssä lisätyökokouksessa hyväksytty summa. Lisäksi koonnissa on kohta, johon merkitään laskutuspäivämäärä.

Kun projektinvetäjä tekee lisätyöstä tarjouksen, joko ennen työn alkamista tai viipymättä suorituksen jälkeen ja kirjaa lisätyöt muutostyökoontiin, pysyy urakkakohteen lisä- ja muutostöiden kertyminen hänen kontrollissaan. Hyvällä muutostöiden hallinnalla yritys varmistaa, etteivät urakkaan kuulumattomat työt heikennä määritettyä katetta.

5.3.7 Budjetin seuranta

Hyvin suunniteltu ja ylläpidetty hankintasuunnitelma varmistaa tuotteiden hankinnoissa onnistumisen, mutta tukee myös koko projektin budjetin seurantaa. Hankintasuunnitelmassa on kirjattu lasketut menekit laitteiden lisäksi putkityypeille, kalusteille, kannakkeille yms. Kerran kuukaudessa päivitettävät toteutuneet ostot helpottavat projektin seurantaa ja taloudellisen loppuselvityksen tekoa.

Budjetin seuranta riittävällä tarkkuudella antaa yritykselle tärkeää tietoa, jolla voidaan todeta projektin eri osa-alueiden onnistuminen tai epäonnistuminen. Seurannan avulla saatava data auttaa yritystä analysoimaan laskennan ja hankintojen toimintoja, jolloin toimintatapoja voidaan tarvittaessa kehittää.

5.3.8 Laskutus

Työsuorituksien edetessä yritys on oikeutettu laskuttamaan tilaajaa työmaan alussa tehdyn maksueräsuunnitelman mukaisesti. Suunnitelmassa esitetyt maksuerät ja niiden suuruudet on hyväksytetty tilaajalla urakkasopimuksen teon jälkeen. Työsuoritteet on jaettu prosentuaalisesti esimerkiksi kymmeneen yhtä suureen osaan. Erät ovat laskutuskelpoisia, kun työn valmiusaste on saavuttanut maksueräsuunnitelmaan merkityn osuuden. Projektinhoitajan tehtävänä on hyväksyttää maksuerät tilaajalla liitteen 7 mukaisella asiakirjalla. Kun tilaaja on vahvistanut maksuerien laskutuskelpoisuuden, lähettää projektinhoitaja asiakirjan yrityksen konttorille. Konttorilla maksuerät tarkastetaan ja kirjataan suoritetuiksi, jonka jälkeen asiakirja toimitetaan laskutuskelpoisena yrityksen kirjanpitäjälle.

5.3.9 Viimeistelyohjelma

Urakkasuorituksen loppupuolessa osana viimeistelyohjelmaa tulee urakoitsijan toimittaa huoltokirjamateriaali huoltokansion kokoavalle taholle. Käyttö- ja huolto-ohjeet toimitetaan kaikista kohteeseen asennetuista koneista ja laitteista. Kaikista urakassa käytettävistä tuotteista tulee lisäksi tilaajalle toimittaa dokumentaatiot, joista voidaan todeta, että tuotteiden käyttö on Suomessa yleisesti hyväksyttyä. Huoltokirja-ohjeita ja tilaajalle toimitettavaa dokumentaatiota tulee kerätä heti projektin ensimmäisistä hankinnoista asti. Suunnitelmassa ohjeistetaan projektinhoitajaa hankkimaan kyseiset asiakirjat samalla, kun hän tekee tilauksen tuotteista. Tällä toimintatavalla saadaan dokumentaation keräämisestä sujuvaa läpi työmaan rakentamisen ajan, jolloin työmaan luovutuspäivämäärän lähestyessä projektinhoitajalla jää enemmän aikaa muihin työmaahoidollisiin tehtäviin.

6 Insinööriyön yhteenveto

6.1 Insinööriyön tavoitteiden täyttyminen

Insinööriyön tarkoituksena oli kehittää Boctok Oy:n tuotannonhallintaa LVI-urakointikohteissa. Kehitystoimena yritykselle muodostettiin uusi tuotannonhallintasuunnitelma, jossa esitetään toimintaprosessien toteutus ja toimintatavat yrityksen työmailla. Suunnitelman liitteiksi kehitettiin uudet dokumentaatioasiakirjat. Näillä asiakirjoilla selkeytetään prosessien viestintää sekä taltiointia tilaajaorganisaation ja Boctok Oy:n välillä.

Työn lopputuloksena syntynyt suunnitelma otetaan yrityksessä käyttöön keväällä 2017 alkavilla työmailla, jonka jälkeen yrityksessä ruvetaan analysoida tarkemmin suunnitelman toimivuutta. Tällä hetkellä toimeksiannon tavoitteiden voidaan todeta täyttyneen erittäin hyvin. Yrityksen johto ja työmaahenkilöstö ovat ilmaisseet suunnitelman ohjaavan prosessien toteutustapoja urakkakohteissa selkeästi ja tehokkaasti. Näitä ominaisuuksia suunnitelmalta tahdottiin myös siksi, että uuden projektihenkilöstön perehdyttämisessä yrityksen toimintatapoihin olisi tehokkaampaa. On kuitenkin huomioitava, että raportin kirjoitushetkellä suunnitelma ei ole kerennyt vielä toimia kuin yhdessä urakkakohteessa pilottikäytössä. Tarkemmat johtopäätökset työn tuottamasta hyödystä pystytään esittämään aikaisintaan loppuvuodesta 2017.

Tuotannonhallintasuunnitelmalla helpotetaan yrityksen johdon tahtotilan siirtämistä projektihenkilöstön kautta asenajatasolle. Kaikki suunnitelmassa huomioon otettavat asiat katsottiin yhteisesti tärkeäksi johdon ja työmaahenkilöstön kesken. Kun päätökset muodostetaan hyvässä yhteistyössä, kohtaavat muutokset usein vähemmän muutosvastarintaa. Tällä tavoin henkilöstön sitoutuminen uusiin toimintatapoihin saadaan alkamaan luontaisemmin. Työn aikana yrityksessä käytiin useita keskusteluita liittyen työmaatoimintojen laatuun ja kannattavuuteen. Toimintojen syvällisempään läpikäyntiin ei ole ennen ryhdytty syystä tai toisesta, usein kiireestä johtuen. Laaja-alaisen keskusteluyhteyden avautumista johdon ja työmaahenkilöstön välille voidaan pitää yhtenä työn merkittävimmistä seurauksista. On tärkeää, että laatuajattelusta ja -toiminnasta saadaan koko yrityksen yhteinen tavoite. Tästä näkökulmasta toimintoja pyritään yrityksessä kehittämään myös jatkossa.

6.2 Laatuseminaari

Insinööriyön ensimmäisessä palaverissa päätimme yhdessä yrityksen johdon kanssa, että työn tuloksesta pidetään esittelytilaisuus yrityksen henkilöstölle ja jokapäiväisessä toiminnassa mukana oleville aliurakoitsijoiden edustajille. Seminaari pidettiin 30.1.2017 Keravalla yrityksen toimitiloissa. Seminaarissa käytiin yhteisesti läpi tehty suunnitelma ja siihen sisältyvät liitteet. Näiden lisäksi käsiteltiin esimerkkejä prosessien toimivuudesta ja toimimattomuudesta nykyisiltä ja edeltäviltä työmailta.

Seminaarin tavoitteena oli esitellä yrityksen uusi johtamisen työkalu ja kuulla henkilöstön mielipiteet sen sisällöstä ja toteutustavasta. Suunnitelman teossa pyrittiin välttämään liian raskasta ja paljon uusia työvaiheita sisältävää kokonaisuutta, tinkimättä kuitenkin vaikutuksista, joihin työllä pyrittiin. Yrityksen johdolle oli tärkeää päästä kuulemaan henkilöstön mielipiteitä toimintatavoista ja tehtävistä, jotka uusi suunnitelma velvoittaa suorittamaan. Seminaarissa näistä asioista tahdottiin luoda tasavertainen vuoropuhelu johdon ja työmaahenkilöstön välille.

Suunnitelma herätti paljon toivottua keskustelua henkilöstön keskuudessa. Keskustelu oli positiivisävytteistä ja sisältöä pidettiin toimivana. Projektinhoitajat ilmaisivat suunnitelmaa tehtyjen liitteiden olevan asiallisia ja selkeyttävän viestintää urakan sidosryhmien välillä. Seminaarista saadut kokemukset olivat hyvät, ja uskon, että henkilöstö antaa

suunnitelmalle tarvittavan työpanoksen, jonka suunnitelman käyttöönotto ja toimivuus vaativat.

7 Laadunhallinnan jatkokehittäminen yrityksessä

Jotta yritys voisi menestyä nyt ja tulevaisuudessa, tulee toimintahäiriöihin puuttua välittömästi ja suunnitella sekä kehittää uusia toimintavarmoja menetelmiä. Tämä insinööri työ toimi hyvänä avauksena toimintatapojen kehittämiseksi Bock Oy:ssä. Työn tuloksena yritykselle muodostettiin vakioituneet toimintatavat työmaahoidollisia tehtäviä varten. Kun näiden käytöstä saadaan ajan kuluessa konkreettista näyttöä ja palautetta yrityksen toimihenkilöiltä ja asiakkailta, pystytään suunnitelmaa jatkokehittämään vielä paremmin yrityksen tarpeita vastaavaksi.

Suunnitelmaan kirjattuja kohtia tullaan tarkastelemaan aina, kun havaitaan kehitysmahdollisuuksia prosessien suorituksessa. Työmaaprosessien toimivuutta tullaan lisäksi tarkastelemaan vähintään kaksi kertaa vuodessa, vaikka parannusmahdollisuuksia ei olisi havaittu. Ajoittaisella tarkastelulla varmistetaan, että yrityksen johdossa tiedostetaan liiketoiminnan onnistuminen työmailla. Onnistumisien ja epäonnistumisien ajantasainen tiedostaminen auttaa yritystä tarttumaan aktiivisesti kehitystä vaativiin tilanteisiin heti niiden ilmetessä.

Insinööriyön teon aikana yrityksessä aloitettiin keskustelu myös muiden kuin työmaahoidollisten prosessien kehittämisestä. Suunnittelimme yhdessä johdon kanssa, että tulemme tämän vuoden aikana käsittelemään kaikki toimintatavat urakoiden tarjouslaskennasta takuuajan menettelyihin. Asioiden läpikäyminen tullaan aloittamaan nykyisten toimintatapojen arvioinnilla ja miettimällä, voidaanko halutut lopputulokset saavuttaa tehokkaammin toimintoja kehittämällä. Tehokkuuden lisäksi huomiota tullaan kiinnittämään toimintaprosessien riskittömyyteen ja lopputuloksen laadukkuuteen.

Kehitysmahdollisuuksia uskotaan löytyvän muun muassa digitalisaation mahdollisuuksia tarkastelemalla. Toimintoja voidaan selkeyttää esimerkiksi luomalla urakkakohteille yhtenäinen kansiorakenne, joka tallennetaan pilvipalvelimelle. Kansiossa olisi dokumentaatio suoritetuista hankinnoista, hyväksyntä- ja huoltokansio-asiakirjoista, lisätöistä, tarkastus- ja koepainepöytäkirjoista sekä muista urakassa käytettävistä dokumenteista. Tällainen käytäntö helpottaisi järjestelyitä esimerkiksi silloin, kun urakan projektinjohtaja

sairastuu tai jää muuten pois työtehtävistään ja työtehtävien suoritus siirtyy toiselle henkilölle. Toinen esille tullut asia on tuntiappujen sekä palkka- ja ostokuittien siirtäminen sähköiseen muotoon. Tämän avulla yritys saisi kevennettyä ja varmistettua tärkeiden asiakirjojen siirrot ja talletukset. Hyödyntämiskeinoja on varmasti myös edellä esitettyjen lisäksi. Digitalisaation mahdollisuudet ja hyödyt tullaankin arvioimaan yrityksessä perusteellisesti tulevien kehityshankkeiden yhteydessä.

Lähteet

- 1 Boctok Oy referenssikohteet 2010-2016. Verkkodokumentti. <http://www.boctok.fi/referenssit>. Päivitetty 3.3.2016. Luettu 29.10.2016.
- 2 Ralli, Janne. 2016. Toimitusjohtaja, Boctok Oy, Kerava. Haastattelu 2.11.2016.
- 3 Junnonen, Juha-Matti. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia
- 4 LVI-työehtosopimus. 2016. Verkkodokumentti. [file:///C:/Users/Mauritz%20Nikama/Downloads/Talotekniikka-alan-ja-LVI-toimialan-ty%C3%B6ehtosopimus-20.3.2014%E2%80%9328.2.2017%20\(13\).pdf](file:///C:/Users/Mauritz%20Nikama/Downloads/Talotekniikka-alan-ja-LVI-toimialan-ty%C3%B6ehtosopimus-20.3.2014%E2%80%9328.2.2017%20(13).pdf). Päivitetty 20.3.2014. Luettu 16.11.2016.
- 5 Lämmitysenergiankulutus. 2016. Verkkodokumentti. Motiva. http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoja_energian_ ja_ vedenkulutuksesta/lammitysenergiankulutus. Päivitetty 27.8.2016. Luettu 25.11.2016.
- 6 Rakennusten energiatehokkuus. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D3. Verkkodokumentti. http://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012_Suomi.pdf. Päivitetty 20.3.2011. Luettu 25.11.2016.
- 7 Talotekniikan hankintatoimi. 2016. Luento Metropolia ammattikorkeakoulussa. Pidetty 16.3.2016.
- 8 Ilmastomuutoksen hillitseminen. 2016. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. http://www.ym.fi/fi-fi/ymparisto/Ilmasto_ ja_ ilma/Ilmastomuutoksen_hillitseminen. Päivitetty 8.12.2016. Luettu 29.11.2016.
- 9 Järvinen Jari. 2015. Kaukolämmön hinnan nousu. Verkkodokumentti. Yleisradio. <http://yle.fi/uutiset/3-7766965>. Päivitetty 29.1.2016. Luettu 15.11.2016.
- 10 Rakennusten ympäristöluokitukset. 2016. Verkkodokumentti. Green Building Council Finland. <http://figbc.fi/tietopankki/ymparistoluokitukset/>. Luettu 8.2.2017.
- 11 Kujala Jaakko, Artto Karlos & Martinsuo Miia. 2006. Projektiliiketoiminta. Helsinki: Sanoma Pro.
- 12 Lecklin, Olli. 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. Helsinki: Talentum Media Oy.

- 13 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <http://www.ym.fi/Rakentamismaarayskokoelma>. Päivitetty 28.11.2016. Luettu 29.10.2016.
- 14 Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 2016. Verkkodokumentti. Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/ryl.html>. Päivitetty 17.11.2016. Luettu 15.11.2016.
- 15 RT-kortisto. Verkkodokumentti. Rakennustieto. <http://www.rakennustieto.fi/rt>. Päivitetty 17.11.2016. Luettu 15.11.2016.
- 16 SFS-standardit. Verkkodokumentti. Suomen Standardisoimisliitto. http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut. Päivitetty 9.12.2016. Luettu 15.11.2016.
- 17 Mäki Tarja. DI. 2014. Tehtäväsuunnittelu työmaan johtamisen välineenä. Verkkootikkeli. Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020503.pdf>. Luettu 26.11.2016.
- 18 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998. Verkkodokumentti. Rakennustieto. RT 16-10660.
- 19 Digitalisaatio rakennusalalla. 2016. Verkkootikkeli. Finnbuild. <http://finnbuild.messukeskus.com/digitalisaatio-rakennusalalla-miten-tulevaisuuden-kilpailukyky-ja-tuottavuus-varmistetaan/>. Luettu 29.1.2017

Tarkastuspöytäkirja, esimerkki

Lämmönjakohuoneen tarkastuspöytäkirja

Boctok

Tarkastuspöytäkirja

Työ nro: 2320

16.2.2017

1 (1)



1. Kerros LVV – asennukset ja eristys

Tarkasti: |

Pvm: 16.02.2017

Kohde:

TARKASTUSKOHDE	Kes- ken	PUUTTEET	Kun- nossa	Tarkastettu pvm
- Jäähdytysrungot			OK	10.2
-Lämmitysrungot			OK	10.2
-Vesi- ja viemäri asennukset			OK	10.2
-Patteri asennus ja kytkentä			OK	10.2
- Put.konv. asennus ja kytkentä			OK	10.2
-Kalustus			OK	16.2
-Putkieristykset			OK	10.2
-Vesijohtojen läpivientimansetit	X			10.2

Koepainepöytäkirja, malli

Esimerkki koepainepöytäkirjasta

Boctok

KOEPONNISTUSPÖYTÄKIRJA

Käyttövesijärjestelmä (pn10) _____

Lämpöjohtojärjestelmä (pn6) _____

Asennuksen tekijä: _____

Asennus pvm: _____

Koeponnistuksen tekijä: _____

1. Kohteen tiedot

Rakennuksen/järjestelmän tiedot: _____

Tilaaaja/Rakentaja: _____

Koeponnistettavan järjestelmän kuvaus: _____

Kokeen aikana tarkastellaan vesijärjestelmää silmämääräisesti mahdollisten vuotojen havaitsemiseksi. Joissakin putkisto- ja lämpöjohtojärjestelmissä on järjestelmän kokonaistoimittaja, viranomainen tai muu taho mahdollisesti antanut erilliset ohjeet koeponnistuksen suorittamiseksi, jotka on huomioitava koetta tehdessä.

2. Paineke

Koepaine alussa _____ bar

Paine 30min kuluttua _____ bar

Paine 60min kuluttua _____ bar (sallittu painelasku max 0,6bar)

Paine 120min kuluttua _____ bar (sallittu paineenlasku <0,2 bar
60min arvosta)

3. Kokeen tulokset

Koeponnistus hyväksytty: _____ KYLLÄ _____ EI

Pvm: _____

Kokeen suorittajan allekirjoitus ja nimenselvennys

Tilaaajan edustajan allekirjoitus ja nimenselvennys

Esimerkki urakoitsijakokouksen työvaiheilmoituksesta

BocTok		TYÖMAATILANNE		Pvm	11.10.2016	R
Työ nro	Kohde			Laatinut		
2320						
Työvoima	Lvv 1+8	eristäjä tarp.	mukaan			
Käynnissä olevat työt	Kellari lämmitys ja jäähdytysrungot 75 % 1. kerros lämmitys ja jäähdytysrungot 90 % Vesikaton iv-koneuhoneen putkityöt 15 % 1ksr. Rasvaviemärit 70 %					
Valmistuneet työt	7 krs patteriasennus ja kytkentä seinä wc kytkennät 6-4 krs					
Aloitettavat työt	8. krs. Patteriasennus					
Työt aikatauluun verrattuna	Erillinen seuranta.					
Esteet ja häiriöt, ilmoitukset rakennuttajalle ja pääuraakoitsijalle						
Lisä- ja muutostyöt						
Muut asiat						

Lisätyökirje

Esimerkki lisätyökirjeestä

Boctok| LISÄTYÖTARJOUS NRO 18
28.01.2016"Tilaaajan yritys"
"YHTEYSHENKIÖ"
"OSOITE"
"OSOITE"**"Otsikoksi työmaa nimi"**

Kiitämme kyselystänne ja tarjoamme Teille ilkeivallan johdosta tapahtuneiden
jäätymisvaurioiden aiheuttamia lisätöitä seuraavasti:

Rikkoutuneet materiaalit	xxxxx € (alv 0%)
Rikkoutuneiden vaihtotyö 62 h a 44	xxxxx

Vahinkojen selvitystyö 40 h	
josta 20 h 50 % ylityö (= 50 h) a 52,-	xxxxx
Verkostojen täyttö ja ilmaus työ 84 h	xxxxx
Verkostoihin inhibiittien lisäys	xxxxx


TARJOUS YHTEENSÄ	xxxxx € (alv 0%)
-------------------------	--------------------------

Toimitusaika	Sopimuksen mukaan
Toimitusehto	Asennettuna
Maksuehto	30 pv netto
Voimassaolo	Tarjouksemme on voimassa 1 kk tarjouksen päiväyksestä

Tarjouksesta lisätietoja antaa allekirjoittanut (puhelinnumero)

Terveisin
Boctok Oy
"Tarjouksen jättäjän nimi"

Esimerkki kustannuksien erittelytaulukosta

										
Bockton Oy										
Kiinteistö Oy Eteläespa										
Liite 1 lisätty nro. 3. Kuuluu 1:ksi lisätty tuuletusnousu sekä sadeveden paloeristys										
Materiaali	määrä	yks.	€/yks	€	NH/yks	Haittak.	As.aika	Tuntihinta	SOS.kulu	TYÖ
Geberit Db 110 viemäriputki	60	m			0,28	1,84	30,91	16,13		
Geberit Db 110 45° kulma	18	kpl								
Geberit Db 110 muhvi	4	kpl								
Geberit Db 110 PL	1	kpl								
Kannakkeet	40	kpl								
rahti	1	kpl								
Ala ja yläpuoliset kytkennät	2	kpl			0,25	1,84	0,92	16,13		
Au:n laskutus eristyksestä										
Yhteensä							31,83			

Muutostyökoonti

Esimerkki lisätöiden koontitaulukosta

LVV-urakka PUIA					
Numero	Uutera	Aihe	pvm	Tarjottu €	Hyväksytty
1		Vioittuneen sadevesikaivon uudelleen kytkentä	3.10.2016		
2		Kellarin 110SV -> 180SV	3.10.2016		
3		Kuili 1 uusi tuuletus ja sadeveden paloeristys	3.10.2016		
4		Työmaaveden asennus ja takaisin kytkentä	3.10.2016		
5		Puh.korvektoreiden maalaus	3.10.2016		
6		Keittiön kaivot muovit -> HST	3.10.2016		
7		Kattokaivon kytkentä	3.10.2016		
8		LVI-laiteluettelo B ja D	HOLDESSA		
9A		vevi rev. A,b,d,e,g,h (ennen 23.9) ja 2 krs rev. L	21.10.2016		
9B		2. krs. Parturi vevi rev. A,b,d,e,g,h (ennen 23.9) ja 2. krs rev L	21.10.2016		
10		Reikien teko otsiin, väliseiniin ja riitilatasoihin	3.10.2016		
11		Sovittuja turttoita	3.10.2016		
12		IV-lämpöön yhteydet laskulämmitykselle	3.10.2016		
13		Patterimuutokset rev A ja D	3.10.2016		
14		Kellarin nostot pakkiväleihin, B-rappu ja 4 kuili	3.10.2016		
15		Työaikaisen lämmityksen mahdollistaminen sululla	3.10.2016		
16		Kellarin jäähdytys revisio E	21.10.2016		
17		A-portaan uudet jaepatterit	5.10.2016		
18		Kuili 3:een lisättävä V75 nousu	21.10.2016		
19		Työmaa-aikaisen lämmityksen mahdollistaminen ö:ssä nousussa	21.10.2016		
20		Ilmaukset	21.10.2016		
21		Kellarin patterit F rev ja uusi jäähdytysnousu kuili 6	21.10.2016		
22		Lattiakannakkeet IV-konehuoneen pattereille	24.11.2016		
23		Roskakatoksien HEK kaivot ja sisäpihan kuivakaivo	21.11.2016		
24		Puh.konv.kondenssiviemärinti muutokset	21.11.2016		
25		kahvila vesiviemäri remoniti ja työmaavede muutos 19.11	21.11.2016		
26		Työ aikaiset vesipisteet 7 ja 8 sekä työvesi haarat uusist. Vesist	8.12.2016		
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
8310		MUUTOSTYÖT YHTEENSÄ		0,00	0,00

Maksueräkuittaus

Laskutuskelpoisten maksuerien hyväksyminen tilaajalla

Boctok

MAKSUERÄN KUITTAUS

Työmaa:

Työnro:

2320

Erä nro

Maksuerän aihe

14	Kun 1. krs viemärit asennettu
16	Kun 1. krs runkovesijohdot asennettu ja eristetty
52	Kun kellarin lämpöpatterit asennettu
54	Kun kellarin lämpöpatterit kytketty
55	Kun Biojätekiylmion koneikko toimitettu ja as. aloitettu
57	Kun kellarin IV koneiden patterit kytketty
59	Kun 1. krs tuulikaappikojeet kytketty
65	Kun 1. krs lämpöpatterit asennettu
67	Kun 1. krs lämpöpatterit kytketty
68	Kun 1. krs puhallinkonvektorit toimitettu ja as. aloitettu
170	Kun vesi- ja viemärikalustuksesta 10 % tehty
171	Kun vesi- ja viemärikalustuksesta 20 % tehty

Yllämainitut maksuerät ovat laskutuskelpoisia

Pvm: ____/____/2017

